

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігоря Сікорського»
(повне найменування вищого навчального закладу)

ІНЖЕНЕРНО - ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматизації хімічних виробництв
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ А.І.Жученко
«___» _____ 20__ р

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки **6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології**

на тему: **«Автоматизація установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора»**

Виконав : студент 4 курсу, групи ЛА-51
(шифр групи)

_____ Ваньчак Владислав Орестович _____
(прізвище, ім'я, по-батькові) (підпис)

Керівник _____ доцент Осіпа Руслан Адольфович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант Охорона праці _____ к. т. н., доцент Ковтун І.М _____
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань
Студент _____
(підпис)

Київ - 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Інженерно-хімічний факультет

(повна назва)

Кафедра автоматизації хімічних виробництв

(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.050202 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ А.І.Жученко

(підпис)

(ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Ваньчак Владислав Орестович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Автоматизація установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора,

керівник проекту, _____ доцент Осіпа Руслан Адольфович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «12» травня 2019р. №1525

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту тиск реакційної суміші у реакторі 2 – 1 КПа; температура фракції у трубопроводі – 85...180°C; температура суміші у печі 7 – 520°C; ; температура суміші у печі 1 7 – 500°C.

4. Зміст пояснювальної записки а) основна частина – опис технологічної схеми, розробка схеми автоматизації, математичне моделювання процесів у секції печі та реактора, синтез системи керування;

б) охорона праці – аналіз небезпечних ситуацій, виробничого шуму, хімічного складу робочої зони, виробничого освітлення, електробезпеки та пожежної безпеки

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) схема автоматизації; принципова електрична схема технологічної сигналізації контрольованих параметрів, принципова схема аварійного захисту і технологічного блокування .

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	к.т.н , доц. Ковтун І.М.	26.04	26.05

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Дослідження технології каталітичного риформінгу	10.05.2019	
2	Розробка системи автоматизації	14.05.2019	
3	Синтез системи керування	18.05.2019	
4	Моделювання об'єкта	19.05.2019	
5	Розробка креслень	23.05.2019	
6	Аналіз небезпечних ситуацій	24.05.2019	

Студент

(підпис)

В.О. Ваньчак

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

Р.А. Осіпа

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

Реферат

Дипломний проект бакалавра на тему: «Автоматизація установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора» містить пояснювальну записку об'ємом 60 сторінок, специфікацію для схеми автоматизації об'ємом 5 сторінок, 3 листа креслень форматом А1.

Пояснювальна записка містить 5 розділів, 1 додаток та 11 літературних джерел.

В дипломному проекті бакалавра виконаний аналіз технологічної установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора, як об'єкта автоматизації. Розроблено схему автоматизації для цього ж процесу, принципова електрична схема технологічної сигналізації контрольованих параметрів та принципова схема аварійного захисту і технологічного блокування.

В роботі розглянуто особливості роботи відділів печі та реакторів, як об'єкта керування. Для цього ж апарату розроблені математичні моделі статичного та динамічного режимів роботи. За допомогою цих моделей виконані розрахунки статичних характеристик по каналам збурення і керування. Виконаний розрахунок надійності системи стабілізаційної колони, та проаналізовані шляхи її покращення. В цьому ж розділі зроблені висновки та рекомендації по використанню регуляторів щодо налаштування відділів печі та реакторів.

При виконанні дипломного проекту були використані методи теорії автоматичного керування, математичного моделювання.

Основні результати роботи можуть бути використані для попередньої оцінки параметрів налаштування реальних систем керування.

Ключові слова: каталітичний риформінг, нафта, піч, реактор, керування, регулятор, автоматизація, математична модель.

Abstract

Bachelor's diploma work on the topic: "Automation of catalytic reforming with a moving layer of catalyst" includes an explanatory note, which contains 60 pages, specification to the function scheme, which consists of 5 pages, 3 pages of drawings of A1 format.

The explanatory note contains 5 sections, 1 appendix and 11 literary sources.

The analysis of the function scheme of catalytic reforming with a moving layer of catalyst as an automation object is carried out in a bachelor's diploma project. The automation function scheme is developed for this process and principle electric circuit of technological signaling of controlled parameters and the basic scheme of emergency protection and technological locking.

The peculiarities of the units furnace and reactors operation, as a control object, are considered in the work. The mathematical models with the static and dynamic operational conditions are developed for this device. The calculations of the static characteristics considering disturbance and control channels are carried out with the help of these models. The reliability calculation of the units furnace and reactors system is performed and the ways of its improvement are analysed. The conclusions and recommendations considering adapters from units furnace and reactors usage are made in this section.

The methods of automatic control theory, mathematic simulation were used during the work on the diploma project.

The main results of the work can be used for a prior estimate of instrument settings of the real control systems.

Key words: catalytic reforming, oil, furnace, reactor, control, controller , automation, mathematical model .

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1.ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ З РУХОМИ ШАРОМ КАТАЛІЗАТОРА	5
1.1Особливості каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора	5
1.2Фізико-хімічні основи і технологія процесу каталітичного риформінгу з рухоми шаром каталізатора	6
1.3Опис схеми установки каталітичного риформінгу.....	13
1.4Основне обладнання процесу	14
2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	26
2.1 Структура контурів контролю та керування.....	26
2.3 Розробка схеми автоматизації.....	28
3.МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	31
3.1 Моделювання статичного режиму роботи	31
3.2. Моделювання динамічного режиму роботи.....	37
4. СИНТЕЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ.....	42
4.1 Розрахунок системи з ПІД-регулятором у Simulink автоналаштування	42
4.2 Налаштування регулятора методом Циглера-Нікольса	45
4.3 Налаштування ручним режимом	48
4.4 Висновки про методи налаштування системи	51

					ДП 5105. 00.000.ПЗ						
Змн	Лист	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб		Ваньчак В.О.			Автоматичний контроль у процесі каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перев		Осіна Р.А.								2	60
Реценз								НТУУ “КПІ ім. І.Сікорськонго”, ІХФ, ЛА-51			
Н.Контр.		Кваско Е.М.									
Затв.		Жученко А.І.									

5. ОХОРОНА ПРАЦІ	52
5.1 Електробезпека.....	53
5.2 Виробниче освітлення	55
5.3 Повітря робочої зони	55
5.4 Пожежна безпека.....	57
ВИСНОВКИ.....	60
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	61
ДОДАТКИ	
Додаток 1. Специфікація устаткування, виробів та матеріалів.	

					ДП 5105. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		3

ВСТУП

Важливість теми визначається тим що продукти нафти , сьогодні широко використовуються в різних сферах життя. Нафта являється одним з основних джерел енергії у світі з 1950-х років . Продукція має шалений попит в сьогоденні, в основному в енергетиці, забезпечення палива для транспортних засобів , яке дозволяє переміщення товарів і людей по всьому світу. Очищені нафтопродукти використовуються для виробництва практично всіх хімічних продуктів, таких як пластмаси, добрива, миючі засоби, фарби і навіть ліки, а також цілий ряд інших продуктів. Але одним з основних продуктів нафти є бензини ,у цій темі ми розглянемо отримання бензинів.

Автоматизації установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізату полягає у тому, щоб отримати якісний продукт при мінімальних ресурсозатрат на виробництві.

Задача проектування передбачає, проектування системи автоматизації, установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізату, підібрати необхідні засоби автоматизації.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		4

1.ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ КАТАЛІТИЧНОГО РИФОРМІНГУ З РУХОМИ ШАРОМ КАТАЛІЗАТОРА

1.1Особливості каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора

У 1940-х роках, Володимир Хенсель, дослідник-хімік, розробив процес каталітичного риформінгу з використанням каталізатора, що містить платину . Процес Хенселя був згодом комерціалізований , в 1949 році для виробництва високооктанового бензину з малооктвної нафти і процес UOP стає відомим, як процес платформінгу. Перший блок платформінгу був побудований в 1949 році на нафтопереробному заводі Old Dutch Refining Company у місті Маскегон , штат Мічиган .

З тих пір багато інших версій процесу були розроблені деякими з найбільших нафтових компаній та іншими організаціями. Сьогодні переважна більшість бензину, що виробляється в усьому світі, походить процес каталітичного реформінгу.

Каталітичний риформінг - це хімічний процес, що використовується нафтопереробними заводами, для перетворення нафти з низькими октановими числами, у високооктанові рідкі продукти, так звані риформатори, що є компонентами високооктанового бензину .

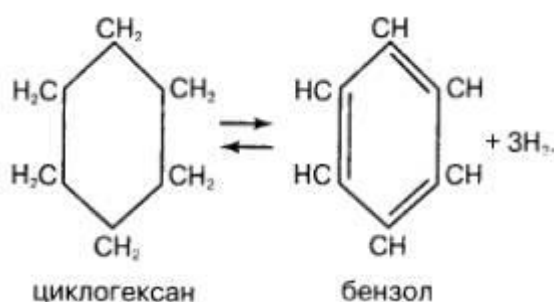
В основному, процес переставляє або реструктурує молекули вуглеводнів у сировині нафти, а також розбиває деякі молекули на менші молекули. Загальний ефект полягає в тому, що продукт риформінгу містить вуглеводні з більш складними молекулярними формами, що мають більш високі октанові значення, ніж вуглеводні в сировині нафти. При цьому процес відокремлює атоми водню від молекул вуглеводнів і виробляє дуже значні кількості побічного газу водню, для використання в ряді інших процесів, пов'язаних з сучасним нафтопереробними заводами. Інші побічні продукти - це невеликі кількості метану, етану, пропану і бутану.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		5

1.2 Фізико-хімічні основи і технологія процесу каталітичного риформінгу з рухоми шаром каталізатора

Основними реакціями при каталітичному риформінгу є дегідрування (дегідрогенізація) шестичленних нафтинів і дегідроциклізація парафінів, яка приводить до утворення ароматичних вуглеводів.

Здатність шестичленних нафтинів в присутності нікеля і металів платинової групи при 300 ° С повністю перетворюються в ароматичні вуглеводні була відкрита Н.Д.Зелинским ще в 1911 р. Дегідруванню можуть піддаватись тільки шестичленні нафтини: циклогексан - в бензол, метилциклогексан - в толуол і т.д. При цьому нафтинове ядро завжди втрачає 3 молекули водню, перетворюючись в ароматичне:

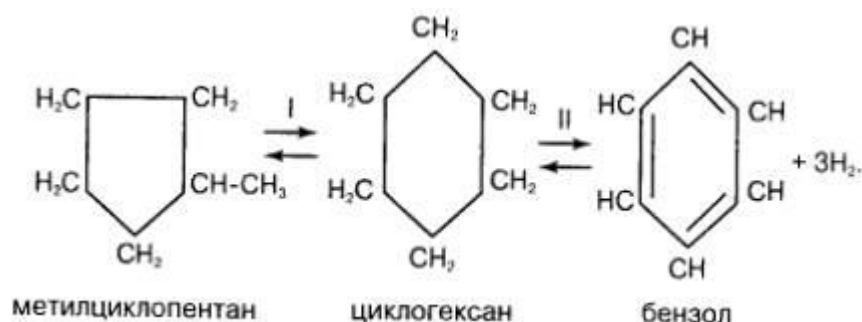


Реакція дегідрування оборотня, і при температурі нижче 300 ° С рівновага переміщується вліво. З підвищеними температурами рівновага все більше переміщується вправо.

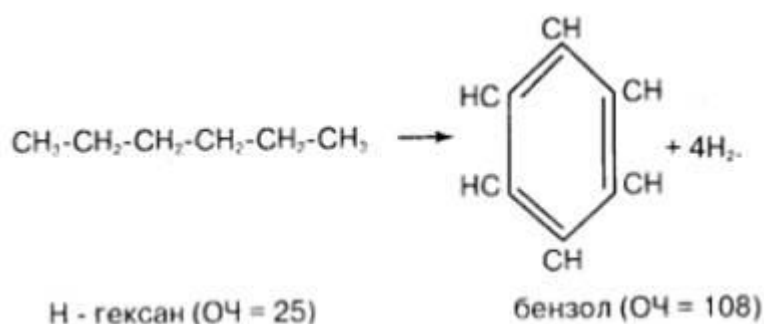
Голоядерний п'ятичленний нафтин, що містить бензини (циклопентан), безпосередньо не дегідрується, але його гомологи (метилциклопентан та інші) в присутності платинових та інших активних каталізаторів риформінгу спочатку ізолюються (І) з утворенням шестичленного ядра (рівномірний зсув вправо зі

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

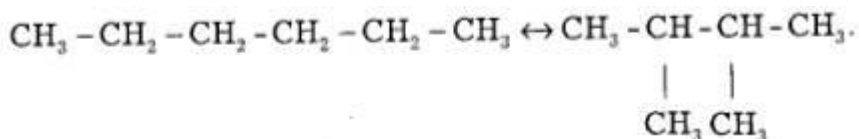
зниженням температури) , а потім шестичленне ядро нафтина дегідрується до ароматичного (II):



Друга найважливіша реакція ароматизація, що протікає в процесі риформінгу, є дегідроциклізація парафінів (алканів):



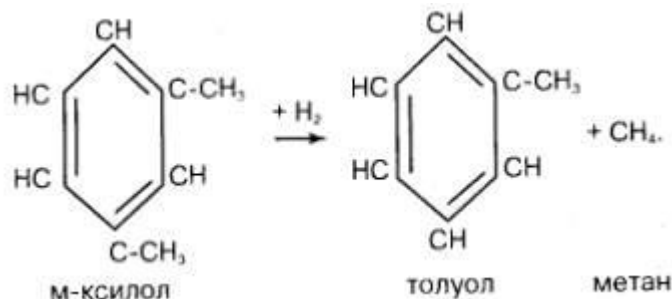
Дегідроциклізація парафінів є практично необоротня, але протікає повільно і менш глибоко і селективно, ніж дегідрогенізація нафтенів. Крім того, вона супроводжується гідрокрекінгом парафінів. При цьому має місце ізометризація парафінових вуглеводів ,з обрізанням високооктанових ізомерів. Наприклад, нормальний гексан (ОЧ = 25) ізометризується в 2,3-диметилбутан (ОЧ = 95):



Проте значення в процесі риформінгу є дуже низькою, так як для цієї реакції підходять більш низькі (350-380 ° С) температури.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		7

Алкипароматичні вуглеводні, що містяться у сировині і утворюються в результаті риформування, можуть підвергатися ізомеризації. Так, м-ксилол частково ізомеризується в о- і п-ксилоли, а також, втрачаючи одну метильну групу, претворюючись в толуол:



Утворений при цьому метан, так само як легкі вуглеводні (від метану до бутанів включно) - продукти реакції гідрокрекінгу - поповнюють собою вуглеводневу складову водневовмісного газу, побічного, але дуже важливим продуктом риформінгу.

На ряду з деалкілюванням протікають і реакції ущільнення, продуктами яких є конденсовані ароматичні вуглеводні (алкілнафталіни, алкіліндани та інші) в кількості 0,5-0,7% від початкової сировини риформінгу.

Реакції ароматизації є високотемпературними: 470-520 ° С на платиновому і 480-530 ° С на платинових каталізаторах.

Об'ємною швидкістю подачі сировини називають обсяг сировини, що проходить через одиницю об'єму каталізатора на годину, тому об'ємна швидкість має розмірність:

$$V = \frac{\text{м}^3}{\text{год м}^3} = \frac{1}{\text{год}} = \text{год}^{-1}$$

Ароматизацію парафінів (дегідроциклізацію) доцільно проводити при більш високій температурі і об'ємній швидкості подачі сировини. Так, при риформінгу практично парафіністої сировини на двох різних режимах були отримані

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

каталізати з рівними (60% мас.) вмістом ароматичних вуглеводнів, але при 500 ° С і $V = 1,5 \text{ год}^{-1}$ вихід каталізата склав 80% мас. на сировину, а при 510 ° С і $V = 5 \text{ год}^{-1}$ - 87% мас., причому вихід коксу (в% мас. на сировину) у другому випадку значно нижчий.

Об'ємна швидкість подачі сировини в промислових процесах риформінгу різного призначення може бути в межах від 1 до 2 год^{-1} . При постійній об'ємній швидкості підвищення температури, збільшується ступінь ароматизації сировини, але зменшує вихід каталізата за рахунок посилення реакцій гідрокрекінгу. Чим більший вміст нафтенів в сировині і чим селективніший каталізатор, тим більше вихід каталізата при одному і тому ж вмісті в ньому ароматичних вуглеводнів. Посилення режиму можливо і при постійній температурі за рахунок зниження об'ємної швидкості, в цьому випадку ступінь ароматизації також зростає.

Таким чином, фактори температури і об'ємної швидкості подачі сировини тісно пов'язані, тому вміле використання їх поєднання дозволить на одному і тому ж каталізаторі досягти оптимального результату по виходу риформата і ступеня його ароматизації.

Основні реакції в процесі риформінгу (дегідрування нафтенів, дегідроциклізація парафінів) йдуть з поглинанням тепла, реакція гідрокрекінгу - з його виділенням. Оскільки каталізатор розподіляється при проведенні риформінгу в 3-х реакторах (ступенях) і в кожному ступені переважають ті чи інші реакції, виникає температурний перепад при проходженні сировини через шар каталізатора. Переважною реакцією першого ступеня є дегідрування циклогексанів, у другому ступені переважно протікає дегідроізомеризація циклопентаном, у третьому реакторі протікають реакції ароматизації парафінів. Сумарний перепад температур залежить від співвідношення цих реакцій в кожному ступені. Температурні перепади, особливо в першому ступені, є в деякій мірі характеристикою активності каталізатора. У міру її зниження зменшуються температурні перепади по реакторах і сумарний перепад.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Температурний перепад в першому реакторі залежить також від хімічного складу сировини: чим більше в сировині нафтенів, тим більше температурний перепад.

Підвищення тиску водню в системі риформінгу, при інших рівних умовах, перешкоджає ароматизації сировини. Однак високий тиск водню необхідно для насичення ненасичених продуктів побічних реакцій гідрокрекінгу. Якщо тиск водню невисокий, на поверхні каталізатора протікає глибоке ущільнення ненасичених вуглеводнів з утворенням коксу. Ведення процесу під тиском водню дозволяє значно (в залежності від селективності каталізатора) придушити коксоутворення.

При збільшенні парціального тиску водню його гідруюча дія зростає. Високий парціальний тиск водню досягається циркуляцією через зону реакції сухого газу, одержуваного в результаті процесу і містить 80-90% об. водню (решта - газоподібні вуглеводні). Високий ступінь (кратність) розведення парів реакційної суміші водневовмісному газі збільшує тривалість роботи каталізатора. Промислова кратність циркуляції ВВГ знаходяться в межах 900-1500 м³ газу на 1 м³ сировини при зазначеній концентрації водню в ВВГ.

При постійній об'ємній швидкості подачі сировини зі збільшенням кратності циркуляції ВВГ скорочується тривалість перебування парів бензину в зоні реакції, з чого випливає, що гідруючу дію водню обмежена зменшенням глибини ароматизації. Крім того, при збільшенні кратності циркуляції ВВГ зростає витрата енергії на компримування газу і витрата палива в трубчастій печі для його підігріву - зростають експлуатаційні витрати.

Таким чином, практично доцільну величину кратності циркуляції ВВГ встановлюють, виходячи з якості сировини, активності каталізатора, глибини процесу і економічних міркувань.

В реакторах платформінга (риформінгу на платинових каталізаторах) тиск ВВГ підтримують на рівні 3,5-4,0 МПа, що дозволяє значно знизити закоксованість каталізатора і відповідно збільшити міжрегенераційного пробіг установок до

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		10

декількох місяців, а в ряді випадків - до 1,5-2 років. Практично при роботі на алюмінієво платинових каталізаторах АП-64 на старих установках каталітичного риформінгу тиск підтримується від 2,5 до 3,0 МПа. На більш сучасних установках з використанням біметалевих каталізаторах робочий тиск становить 1,4 МПа (установка ЛГ-35-8 / 300Б) і 1,8-2,0 МПа (установка ЛЧ-35-11 / 600 і ЛЧ-35-11 / 1000). При використанні вітчизняних каталізаторів серії КР на установках періодичної дії мінімальна швидкість відповідає тиску 1,4-1,5 МПа.

Основними показниками, що визначають якість і придатність сировини для процесу риформінгу, є: вуглеводневий і фракційний склад, а також вміст у ньому речовин, що викликають дезактивацію каталізаторів.

Оскільки переважною реакцією процесу є дегідрування нафтенів, кращою сировиною служать бензинові фракції з їх високим вмістом. Вихід риформата з бензинових фракцій, багатих нафтенами, на 3,5-5%, а іноді на 10-12% більше, ніж з парафіністої сировини, при виробленні каталізата з одним і тим же октановим числом.

При риформінгу бензинових фракцій з парафіністих нафт переважаючими є реакції дегідроциклізації алканів і гідрокрекінгу, що дозволяють навіть з низькооктанового парафіністої сировини отримувати каталізати, придатні для вироблення автобензину.

Присутність у сировині риформінгу аліфатичних ненасичених сполук вкрай небажано, так як нераціональне використання водневовмісного газу. Тому для процесу доцільніше використовувати бензинові фракції. Риформінг же бензинових фракцій вторинного походження (наприклад, термічного крекінгу) можливий тільки з прямогоною сировиною після попередньо глибокого гідроочищення.

Склад сировини проце визначається призначенням процесу. Якщо метою є отримання каталізата для виробництва високооктанових бензинів, оптимальним сировиною для цього служать фракції 80-185 ° С. Застосування сировини нижче 80 ° С небажано, так як при цьому буде мати місце підвищене газоутворення за рахунок гідрокрекінгу, при цьому помітного збільшення ароматизації сировини не

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		11

відбувається, так як вуглеводні С6 ароматизуються найбільш важко. Крім того, застосування такої сировини призведе до непродуктивного завантаження установки баластними фракціями.

У зв'язку з цим фракції, що википають нижче 85 ° С і мають порівняно високе октанове число, залучаються до товарних бензин, як компоненти в чистому вигляді, або направляються на ізомеризацію.

Наявність в сировині фракцій, википаючих вище 180 ° С, також небажано, так як при цьому збільшується відкладення коксу на каталізаторі за рахунок реакцій ущільнення тяжкокиплячі частинки сировини.

Якщо необхідне отримання толуолу чи бензолу, сировиною служать бензинові фракції, що випарюються в межах 80-100 ° і С 63-80 відповідно. Толуол утворюється з метілціклогексана, діметілціклопентана і н-гептану, бензол утворюється з цикло-гексану, метілціклопентана і н-гексан, у другій фракції.

Для отримання сумарних ксилолов використовують фракцію, що випаровується в межах 100-120 ° С.

Сірчисті з'єднання є основними дезактиваторами каталізаторів. Кількість сірки в загальній кількості вхідного матеріалу цього процесу має бути мінімальним. Особливо чутливі до сірки платино-ренієві каталізатори; допустимий вміст в цьому випадку не повинний перевищувати 0,5. Обмежується також вміст азоту 0,5 і вологи 10.

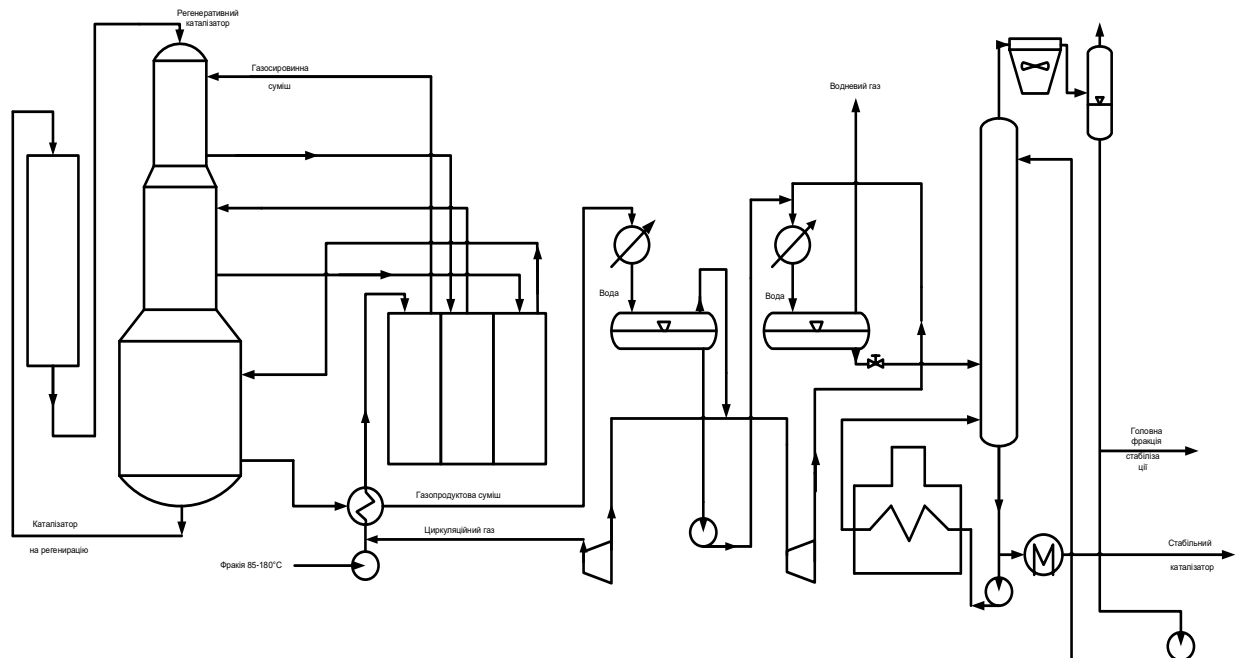
Стосовно до платиновому каталізатору (АП-64) показано, що для його дезактивації на 70-80% достатньо 6-7% сірки від кількості платини, нанесеної на оксид алюмінію (тобто при вмісті платини в каталізаторі 0,6% для зазначеної ступеня дезактивації досить 0,04% мас. сірки). У присутності водню сірчасті з'єднання сировини перетворюються в сірководень, а азотисті - в аміак. Тому перед риформингом сірчистого сировини його обов'язково піддають попередньої гідроочистки.

При високому вмісті вологи в циркулюючому водневовмісному газі (ВСГ) з каталізатора вимивається його галогени (у вигляді HCl або HF), однак занадто

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

низький вміст негативно впливає на властивості носія (оксиду алюмінію). Тому вміст води в газі підтримують в межах $(1,0-1,5) \cdot 10^{-3}\%$ об. Надмірно низька вологість може знизити тривалість регенераційного циклу.

1.3 Опис схеми установки каталітичного риформінгу



Фракція насосом 5 перекачується в теплообмінник 6, попередньо перемішуючись з воднево вмісним газом, натомість надходить в трубчастий простір багатосекційної трубчастої печі 7. Підігріта речовина надходить у реактор 2.

Додатковий підігрів суміші відбувається в міжтрубному просторі секцій печі 7. Речовина реакції після виходу з реактора 4 надходить до системи відновлення тепла (теплообмінник 6 і холодильник 8). Відділення газу і рідини відбувається у газосепараторі низького тиску 9. Відділений газ переноситься компресором 15, перемішується з рідиною, яка надходить насосом 11, речовина надходить до холодильника 13 і після охолодження потрапляє у газосепаратор високого тиску 12.

Воднево вмісний газ надходить компресором 10 на гідроочищення речовини та циркуляцію у змішувач в який надходить сировина платформінга перед

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		13

теплообмінником 6. Балансована концентрація воднево вмісного газу виходить з апарату.

Колона 18 слугує для стабілізації . Основна фракція стабілізації після охолодження та конденсації в апараті 19 розділяється у газосепараторі 20 від сухого газу і надходить насосом 21 на зрошення стабілізатора 18, а балансована кількість виходить з установки. Подача тепла до стабілізаційної колони 18 відбувається через трубчасту піч 17. Стабільний каталізат з апарату 18 - виходить через теплообмінник 14.

Речовина з реактора 4 надходить на регенерацію в апарат 1, в якому проходить випал коксу, оксіхлоріровання . Прорегенована речовина надходить у реактор 2. Система регенерації може бути відключена.

1.4 Основне обладнання процесу

Основою для класифікації реакційних апаратів є термодинамічні і фізико-хімічні характеристики процесів, напрямок руху газосировинних потоків і особливості матеріального і конструктивного виконання.

За термодинамічними ознакою реактори риформінгу відносяться до реакторів адіабатичного типу, що працюють без підведення або відведення тепла. У них каталізатор завантажують суцільним шаром. Для кращого розподілу парів вище і нижче шару насипають порцелянові кулі.

У напрямку потоку газової суміші реактори риформінгу бувають з аксіальним (осьовим) введенням і рухом по центральній трубці зверху вниз і з радіальним введенням від периферії до центру. За матеріальним оформлення реактори бувають двох типів:

1. із зовнішньої тепловою ізоляцією, коли метал корпусу піддається впливу робочих температур;
2. з внутрішньої захисної футеровкою торкрет-бетоном, що оберігає метал від безпосереднього контакту з продуктами реакції.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		14

Реактори першого типу вимагають застосування високолегованих сталей або двошарового виготовлення: зовнішній шар з вуглецевої сталі, внутрішній (плакируют) - з нержавіючої.

Реактори другого типу виконують одношаровими з вуглецевої сталі, торкрет-бетон накладається на сталеву стінку реактора під тиском «торкрет-гарматою». Товщина захисного шару зазвичай становить 150 мм. На рис. 1.1 наведено розріз реактора такого типу.

Шари порцелянових куль 16, 17 і 18 під каталізатором покоються на сітці з нержавіючої сталі, розташованій на завантажувальному столі (решітці) 6. Поверх шару каталізатора укладаються шари куль різного діаметра, які утримують верхній шар каталізатора від винесення при русі газосировинної суміші. Вивід продуктів реакції відбувається штуцером 8. Газосировинна суміш поступає через 7, закінчується розподільником 5. Контролювання температури здійснюється завдяки обладнанням штуцером 9, через які відіювається введення через них багатозонних термопар. Вивантаження каталізатора здійснюється через люк 12. Торкрет-бетон 4 служить для захищення стінок.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		15

17 - кульки; 18 - кульки; 19 - шамот; 20 – захисний стальний стакан; 21 - відбійний парасольку; 22 - люк очищення; 23 - вхід охолоджуючих газів

На рис. 1.2 зображено внутрішній устрій реактора із кожухом, виконаним зі сталі EI-497 і відбійною парасолькою 21. Така конструкція використовувалася при переробці сірчастих бензинових фракцій з вмістом сірки 0,05-0,07%, Проте експлуатація виявила ненадійність роботи з даним захисним шаром в зв'язку з порушенням його герметичності на високих перепадах тиску, або за різких змін тиску, наприклад, зупинка або пуск компресора. Торкретбетон захист, якщо він виконаний кваліфіковано, то дозволяє вберегти стінки реактора від перегріву, проте за тривалої експлуатації покриття може утворити тріщину в ньому і перегрів стінок вище допустимих температур, з виникненням корозії реактора. У зв'язку з цим потрібна зупинка реактора на відновлення покриття, що пов'язане з зупинкою цілого процесу.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		17

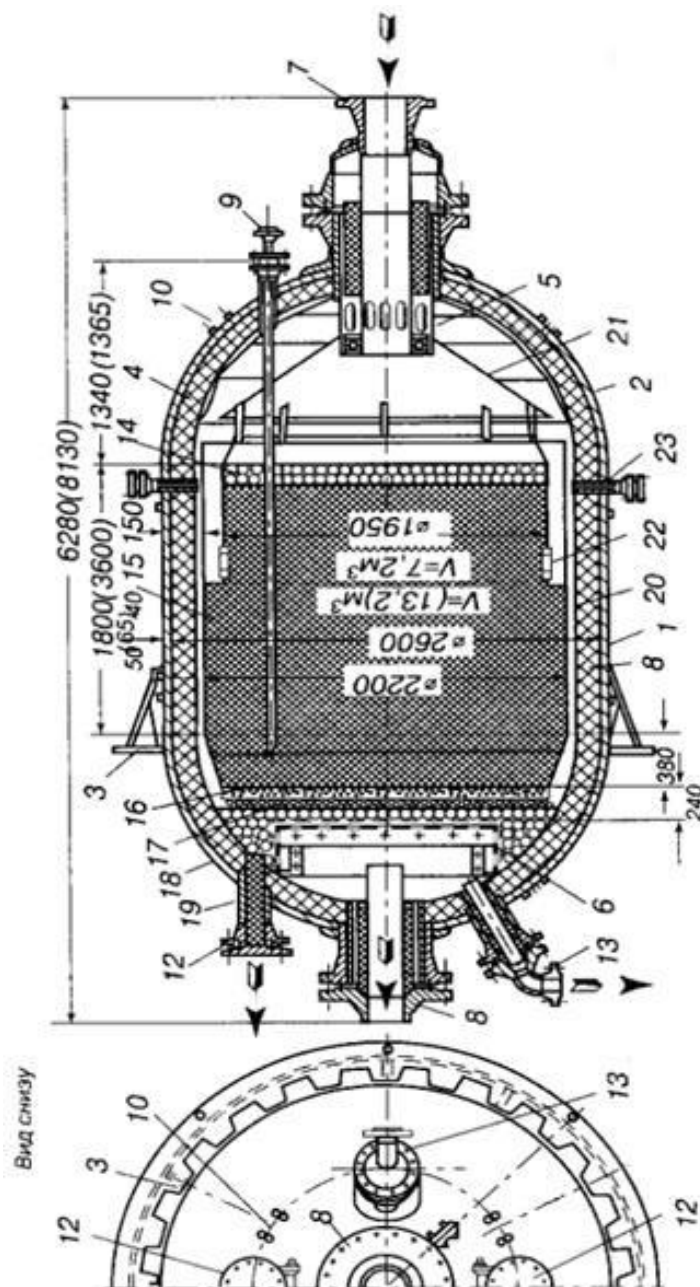


Рис. 1.2 . Реактор установки каталітичного риформінгу із захисним облицюванням: 1 - корпус; 2 - дно; 3 - опорне кільце; 4 - футерування; 5 - розподільник; 6 - опорна решітка; 7 - вхід парогазової суміші; 8 - вихід парогазової суміші; 9 - штуцер; 10 - зовнішні термомпари; 11 - люк; 12 - люк вивантаження каталізатора; 13 - ежекційний штуцер газів; 14 - порцелянові кульки; 15 - каталізатор; 16,17,18- кульки; 19 - шамот; 20 - захисний стакан ; 21 - відбійна парасольку; 22 - люк очищення; 23 - вхід охолоджуючого газів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ДП 51.05. 00.000.ПЗ

Арк.

18

Іншим різновидом є реактори з радіальним введенням газосировинної суміші, поперечний розріз якого наведено на рис. 1.3. Внутрішній діаметр якого 3000мм, розрахований на пропускну здатність 600тис. т / рік і має висоту 9400мм. Корпус виготовлений з вуглецевої сталі. Внутрішня футеровка товщиною 150мм виконана з жароміцного торкрет-бетона. У реакторі цієї конструкції парогазова суміш рухається від стінок , шаром каталізатора до центру реактора.

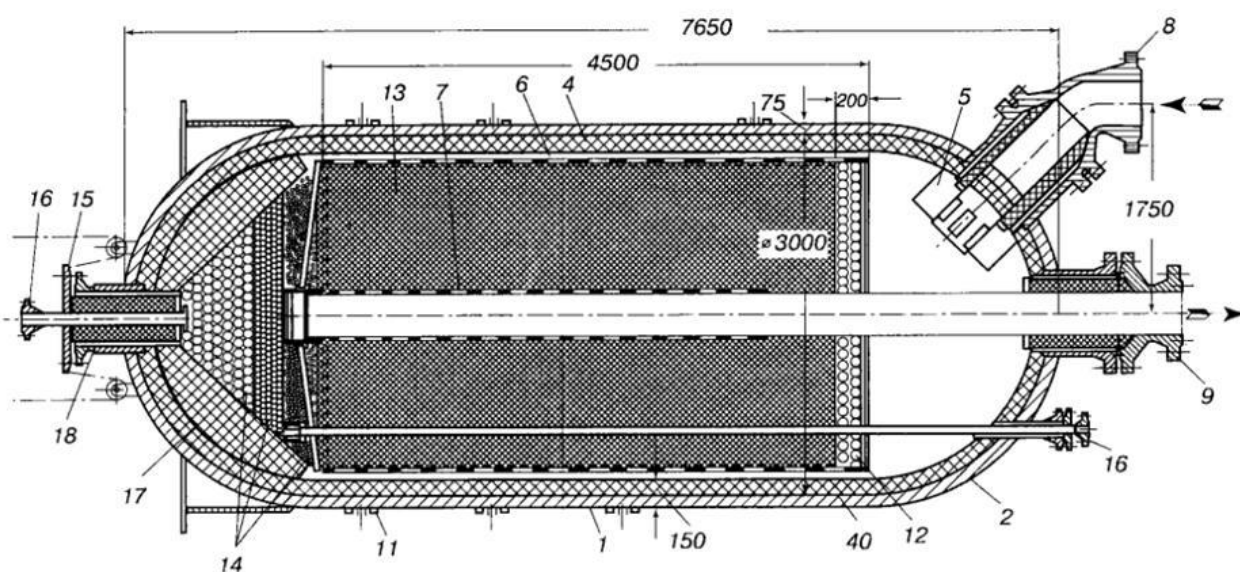


Рис. 1.3. Реактор з радіальним введенням:

1 - корпус; 2 - дно; 3 - опорне кільце; 4 - футерування; 5 - розподільник; 6 - перфорований збірний стакан з сіткою; 7 - перфорована трубка; 8 - вхід продукту; 9 - вихід продукту; 10 - штуцер; 11 - зовнішні термопари; 12,13,14 - кульки; 15 - люк вивантаження каталізатора; 16 - штуцер ежекції газів; 17 - заповнювач; 18 - шамот

Всередині реактора монтується перфорований стакан - 6, виконаний з легованої сталі, в який завантажується каталізатор. Між захисною футеровкою і перфорованим склянкою є проміжок, крізь який парогазова суміш проходить шар каталізатора. Вздовж осі розташована перфорована трубка, обтягнута двома шарами дрібної сітки, виконаної з нержавіючої сталі. Продукти реакції, пройшовши шар каталізатора, проникають в перфоровану трубку 7 і видаляються з реактора штуцером 9. Вивантаження каталізатора здійснюється завдяки люку 15.

Основними фактором, який впливає на кількість реакторів, є вміст нафтенів в сировині і необхідна глибина перетворення, або ароматизації сировини. Виготовлення сировини, що містить 30-35%. нафтенів, виробляють в 3-х реакторах, при утриманні нафтенів 40-50% і вище число реакторів повинно бути збільшено до 4-х. У зв'язку з високою швидкістю протікання реакції дегідрування нафтенів теплової і температурний ефекти особливо інтенсивно проявляються в першому реакторі і зменшуються в наступних. При риформінгу цьому сприяє реакція гідрокрекінгу, що проходить особливо інтенсивно в останньому реакторі. Для вирівнювання теплових навантажень і температурних перепадів по реакторі, обсяги каталізатора, що завантажуються в них, збільшують одночасно з газосировинною сумішшю. Це досягається або зміною висоти завантаження каталізатора за однакових розмірів реактора, або збільшенням кінцевого розміра реактора.

Теплообмінна апаратура в реакторних блоках установок каталітичного риформінгу і гідроочищення служить для підігріву газосировинної суміші продуктами реакції перед входом її в нагрівальну піч. Кількість тепла, що передається газосировинній суміші, залежить від схеми регенерації тепла, глибини охолодження продуктів реакції і поверхні нагріву або охолодження.

Теплота, що покидається сумішшю з останнього реактора, використовують в теплообмінних апаратах кожухотрубного типу. Практика для теплообмінників каталітичного риформінгу показує, що величина коефіцієнта теплопередачі складає 550-640 кДж / (м² • год • К), тобто не нижче, як для інших установок, що використовують світлі нафтопродукти. Теплообмінники установок риформінгу характерно, те що сировина проходить в міжтрубному просторі, а гаряча парогазова суміш - у трубках, які легше захистити від корозії.

Теплообмінники установок риформінга і гідроочищення ставляться без байпасів на трубопроводах. Це робиться з метою скорочення витрат на будівництво установки.

Установки каталітичного риформінгу знайшли застосування два типи теплообмінників:

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1. Уніфіковані одноходові протivotочні теплообмінники кожухотрубного типа . Корпус теплообмінника має діаметр 800мм, довжина трубчастого пучка 12м. Зовнішній діаметр труб 25мм, товщина стінки труб 3мм. Кількість трубок 377шт. Ці теплообмінники застосовуються установками малої потужності.

2. Для великих потужностей розроблені і застосовуються двоходові по трубному просторі і одноходові в міжтрубному просторі теплообмінники з . Трубний пучок становлять трубки зовнішнім діаметром 20мм і товщиною 2мм, виконані зі сталі Х8 .

Ущільнення апаратів і застосування U-подібного трубного пучка дає економію 35-45%. Також, це дозволяє виключити застосування плаваючого простору, що підвищує герметичність обладнання.

Конструкції і габарити теплообмінних апаратів першого виду уніфіковані і не потребують спеціального розгляду, а розріз теплообмінника другого типу наведено на рис. 1.4.

Для охолодження газопродуктової суміші після теплообмінників до температури 45-50 ° С застосовуються апарати повітряного охолодження АВО, розраховані на роботу з високими тисками для корозійних середовищ і конденсатори-холодильники водяного охолодження.

Теплообмінна апаратура установок риформінгу для зручності її обслуговування встановлюється горизонтально на рівні землі.

У зарубіжній практиці нафтопереробки на установках каталітичного риформінгу і гідроочищення останнім часом починають широко використовуватися комбіновані сировинні теплообмінники типу «Пакінокс» .

Розташування теплообмінника вертикальне, що вимагає мінімальних площ для його розташування.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		21

Конструкція теплообмінника «Пакінокс» дозволяє мінімізувати забруднення і має дуже високий коефіцієнт теплопередачі, що підвищує ефективність в порівнянні з кожухотрубчастим теплообмінником на 30-35%, отже, їх застосування дає можливість скоротити витрату палива в печі ,або збільшити продуктивність процесу.

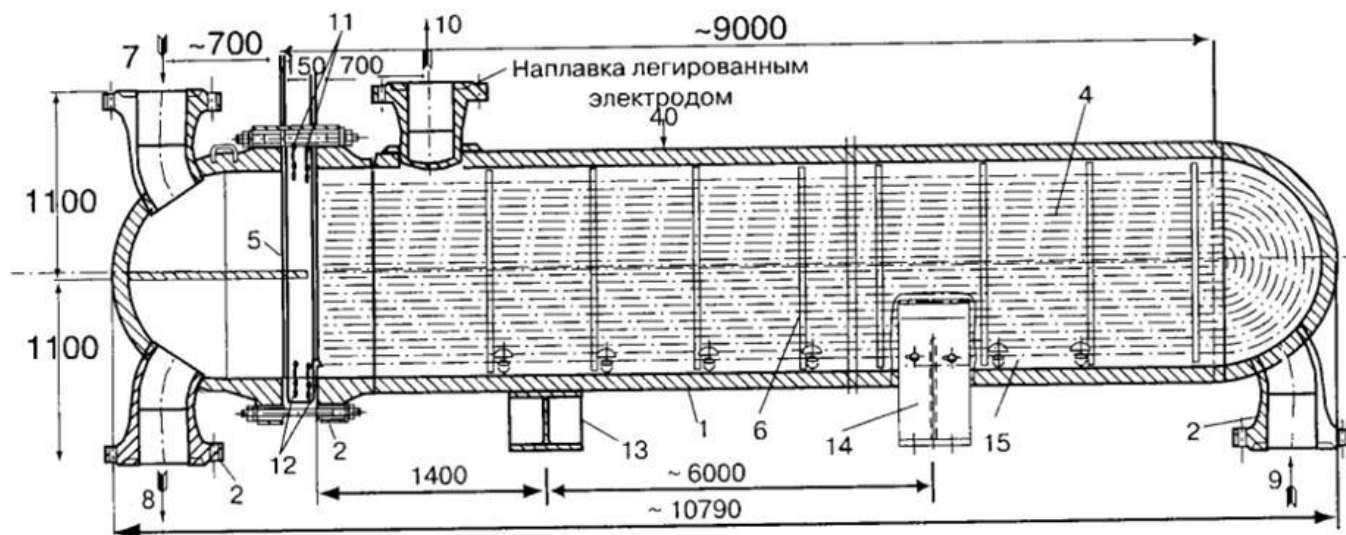


Рис. 1.4. Теплообмінник реакторних блоків

1—оболонка теплообмінника; 2-фланці; 3-полушарове днище; 4—трубки; 5-трубна решітка; 6-поперечні сегментні стінки;7-вхід газопродуктової суміші; 8-вихід газопродуктової суміші; 9-вхід газопродуктової суміші; 10-вхід газопродуктової суміші ; 11-повітря забор; 12-спускача; 13 - нерухома опора; 14 - рухома опора; 15-каткова стійка

Абсорбери використовують з метою видалення з циркулюючого водневовмісного газу сірководню і водяної пари абсорбцією 15%.Абсорбція проходить при зниженій температурі, десорбція за температури трохи вище 105°C. Абсорбери очищення сірководню обладнані тарілками з жолобчастим або S-подібними елементами. На рис. 1.5 наводиться конструктивне оформлення абсорбера, обладнаного S-подібними тарілками.

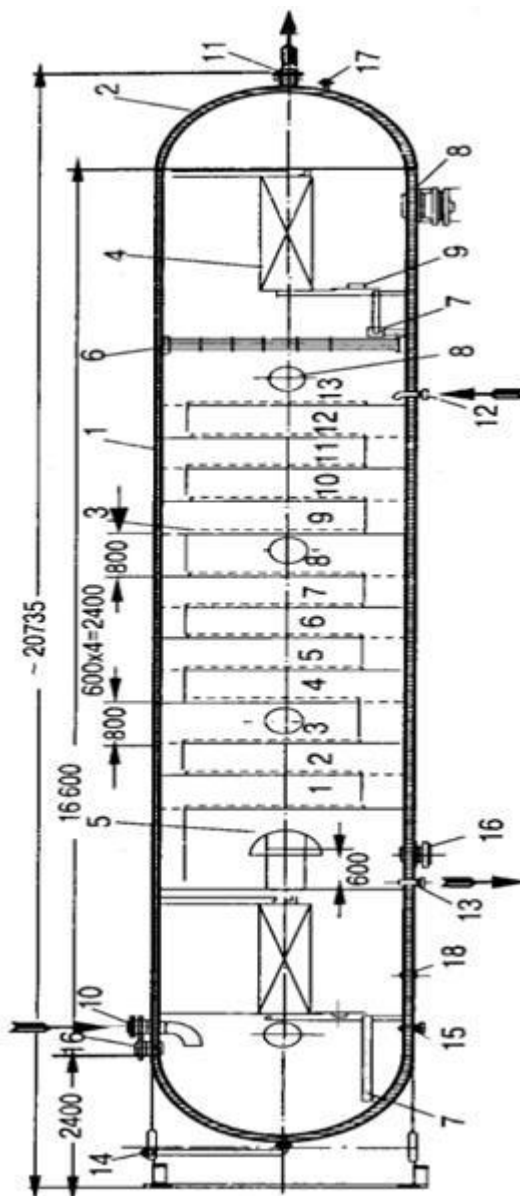


Рис. 1.5. Абсорбер очищення циркуляційного ВСГ секції гідроочищення комбінованої, установки риформінгу:

1-корпус; 2-дно; 3-тарілка з S-подібним елементами; 4-Капле відбійники; 5-відбійник; 6-сепаруючий пристрій; 7-гідрозатвор; 8-отвір забору; 9-люк-лаз; 10-вхід газу; 11-вихід газів; 12-вхід розчину МЕА; 13-вихід розчину МЕА; 14-вивід конденсата; 15 вихід інертних газів; 16-регулятор рівня; 17-вивід повітря; 18-муфта манометра.

Газосепаратори. Основне призначення газосепараторів - поділ газопродуктових потоків на газову і рідку фази. Наприклад, в блоці риформінгу в

газосепараторі високого тиску водневовмісний газ відокремлюється від нестабільного каталізата. На рис.1.6 наведено принципову будову газосепараторів високого тиску.

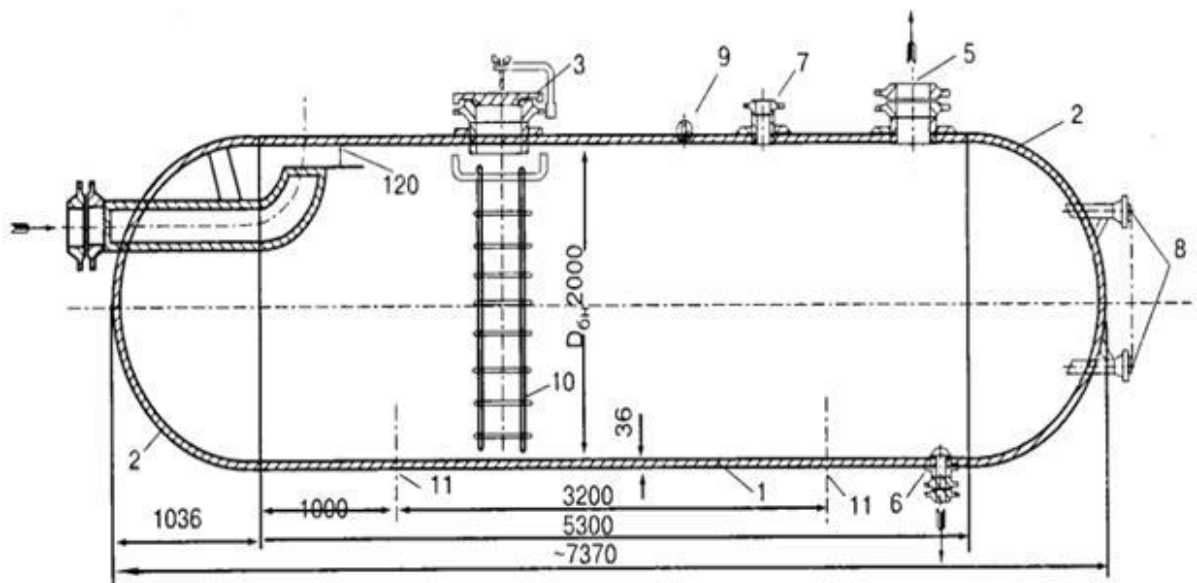


Рис. 1.6. Сепаратор високого тиску процесу каталітичного риформінгу:
1-оболонка; 2-дно; 3-заслонка; 4-вхід продуктів; 5-вихід циркуляційних газів; 6-вихід каталізата; 7-запобіжний клапан; 8-вхід регулятора рівня; 9-місце під манометр; 10-сходи; 11-осі стійок.

Трубчасті печі установок каталітичного риформінгу. Особливістю теплових режимів роботи трубчастих печей установок каталітичного риформінгу є високі початкові температури потоків, що надходять в піч, в зв'язку з тим, що від 50 до 70% тепла що нагрівають сировину або продукти реакції використовується за рахунок утилізації тепла в теплообмінниках. Друга особливість - високі температури димових газів, що залишають камери регенерації. У зв'язку з цим для печей процесу риформінгу і гідроочищення використовують різні методи утилізації теплоти (повітрянагрівачі, котли-утилізатори вироблення пари та ін.). Ще однією особливістю трубчастих печей процесу риформінгу і гідроочищення є низька теплонапруженість радіантних труб.

Жорсткі умови експлуатації трубчастих печей змушують до застосування затратну леговану сталь з метою виготовлення змієвиків, в зв'язку з чим вартість виготовлення становить значну частку від вартості всієї установки.

На вітчизняних установках риформінгу застосовуються типові багатокамерні печі з вертикальними трубами, розроблені інститутом «Ленгіпрогаз».

Конструкція печей дозволяє розміщувати їх в безпосередній близькості від реакторів, що дає можливість скоротити витрату високолегованих труб для зв'язків реакторів з піччю і знизити тепловтрати.

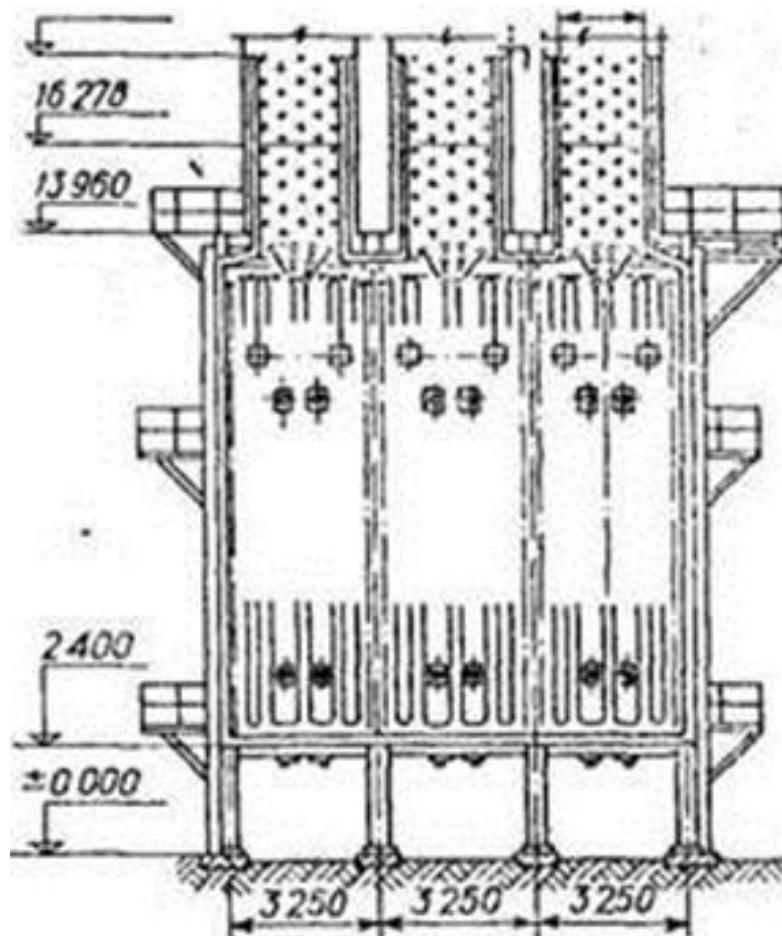


Рис.1.7 Трубчаста піч

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		25

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

2.1 Структура контурів контролю та керування

На підставі здійсненого аналізу особливостей технологічного процесу з виробництва каталітичного риформінгу з рухомим шаром слід передбачити автоматичний контроль та керування наступних параметрів параметрів:

- рівня у секції регенерації 1;
- витрати палива, що надходить до печі 7;
- витрати води, що надходить у холодильник 8;
- витрати води, що надходить у холодильник 13;
- рівню у стабілізаційній колоні 18;
- витрати головної фракції, що надходить у стабілізаційну колону 18;
- витрати підігрітої головної фракції, що надходить у стабілізаційну колону 18.

А також технологічну сигналізацію таких параметрів:

- тиску у реакторі платформінгу 2;
- температури фракції що надходить до теплообмінника 6;
- температури у печі 7;
- температури сировини що надходить у газороспіратор 9;
- температури сировини що надходить у газороспіратор 12;
- температури сировини що виходить з стабілізаційної колони 18;
- температури у печі 17.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

Таблиця 1. Параметри контролю та керування виробництва

№ п/п	Найменування етапу процесу (технологічного об'єкту), розташування заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Відпрацьований каталізатор, секція регенерації I	Рівень	-	Контроль
2	Водень, трубопровід	Витрата	-	Контроль
3	Вода, трубопровід	Витрата	-	Контроль
4	Каталізатор, стабілізаційна колона 18	Рівень	-	Контроль
5	Головна фракція, трубопровід	Витрата	-	Контроль
6	Підігріта головна фракція, трубопровід	Витрата	-	Контроль
7	Реакційна суміш, реактор 2	Тиск	-	Контроль, сигналізація
8	Фракція, трубопровід	Температура	85...180 °C	Контроль, сигналізація
9	Реакційна суміш, трубопровід	Температура	520 °C	Контроль, керування
10	Реакційна суміш, трубопровід	Температура	-	Контроль, сигналізація
11	Реакційна суміш, трубопровід	Температура	-	Контроль, сигналізація
12	Реакційна суміш, трубопровід	Температура	-	Контроль, сигналізація
13	Реакційна суміш, піч 17	Температура	500 °C	Контроль, сигналізація

2.2. Структура системи дистанційного керування і аварійного захисту електродвигунів

Установка каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора включає в себе 7 насосів, 2 компресора і 1 апарат повітряного охолодження. Проаналізувавши роботи цих пристроїв появляється необхідність встановити

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		27

до них мотори, за допомогою яких будуть відбуватися необхідні процеси у вище перелічених апаратах.

Отже, необхідно забезпечити керування і аварійний захист електродвигунів:

- Відцентрового насосу 5;
- Компресора 10;
- Відцентрового насосу 11;
- Компресора 15;
- Відцентрового насосу 16;
- Апарат повітряного охолодження 19;
- Відцентрового насосу 21;
- Відцентрового насосу 22;
- Відцентрового насосу 23;
- Відцентрового насосу 24.

Процес являється небезпечним і своєчасне не дотримання норм техніки безпеки та не забезпечення необхідних умови проходження процесу, що може призвести до негативних наслідків.

2.3 Розробка схеми автоматизації

Для автоматичного контролю виробництва каталітичного риформінгу з рухомим шаром розроблена схема автоматизації (дивись схему ДП5105.00.001.СхА) ,розроблена принципова електрична схема технологічної сигналізації контрольованих параметрів дивись схему ДП5105.00.002.ПрСх),також розроблена принципова схема аварійного захисту і технологічного блокування електродвигунів(дивись схему ДП5105.00.003.СхА) .

Для контролю та регулювання рівня каталізату у секції регенерації розроблено контур 1, рівня сировини, у стабілізаційні колоні 18 – контур 10, які мають у своєму складі рівнемір радарний (1-1),(12-1), прилад вторинний показувальний (1-2),(12-2).

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		28

Контур 2 контролює і сигналізує тиск у реакторі 3 і включає: вимірювальний перетворювач типу Сапфір (2-1); вторинний перетворювач з вмонтованою сигналізацією (2-2); лампи електричні сигнальні жовтого кольору HL1, HL2.

Контроль, реєстрування та сигналізацію температури фракції що змішується з воднем здійснює контур 3, температуру речовини що виходить з газосипаратора 9 – контур 15, температуру речовини що виходить з газосипаратора 12 – контур 17, температуру речовини що виходить з теплообмінника 14 – контур 20, температуру речовини в печі 17 – контур 22, які мають у своєму складі первинні вимірювальні перетворювачі температури (3-1), (15-1), (17-1), (20-1), (22-1), вторинні показувальні та реєструвальні прилади (3-2), (15-2), (17-2), (20-2), (22-2), лампи електричні HL3 ... HL12 відповідно.

Для контролю та регулювання витрати водню розроблено контур 4 водню, що змішується з фракцією та включає: діафрагму камерну (4-1); вимірювальний перетворювач різниці тисків (4-2); вторинний прилад (4-3).

Регулювання та контроль температури речовини з секцій печі 7 що надходить до реакторів здійснено контурами 5-13 включає в себе : (5-1); (6-1); (7-1) термометри опору, (5-2); (6-2); (7-2) підсилювач сигналу, мікропроцесорний регулятор (5-3); (6-3); (7-3), блок ручного управління (5-4); датчик регулюючого клапану (6-4); (7-4), (5-5); (6-5); (7-5).

Контроль, реєстрування та регулювання витрати води що надходить до холодильника 8 забезпечує контур 14, та включає: діафрагму камерну (8-1); вимірювальний перетворювач різниці тисків (8-2); вторинний прилад (8-3).

Контур 16 контролює витрату води, що надходить до холодильника 13 та включає: діафрагму камерну (10-1); вимірювальний перетворювач різниці тисків (10-2); вторинний прилад (10-3).

Контур 19 застосовують для контролю витрати головної фракції стабілізації, що надходить до стабілізаційної колони 18: діафрагму камерну (13-1); вимірювальний перетворювач різниці тисків (13-2); вторинний прилад (13-3).

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		29

Для контролю та регулювання витрати підігрітого стабілізаційного каталіза, що надходить до стабілізаційної колони 18, розроблено контур 21, що включає: діафрагму камерну (15-1); вимірювальний перетворювач різниці тисків (15-2); вторинний прилад (15-3).

Контури 23-33 слугують для аварійного захисту та технологічних блокувань моторів вони включають в себе :магнітні пускачі МП1 - МП10 , кулачковий перемикач ланцюга живлення SA1 - SA10,кнопки SB1 - SB20 та сигнальні лампи HL10 – HL29.

Аварійний захист та технологічні блокування моторів здійснюється завдяки контурам 33-42 в які входять наступні прилади: (17-1) – (26-1) вимірювальний тензоперетворювач тиску , (17-2) – (26-2) Індикатор технологічний мікропроцесорний , Контактор магнітний (реле) КМ1-КМ13 та сигнальні лампи HL30 – HL49.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3.МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

3.1 Моделювання статичного режиму роботи

Об'єкт керування візьмемо багатосекційну трубчасту піч і реактори. Керування відбувається шляхом підтримування керованих технологічних параметрів на заданому рівні.

Трубчасті печі служать для нагріву речовини, вони забезпечують основний потік тепла, внесеного в реактор, і відповідно енергетичний потенціал їх розділової здатності.

Реактори каталітичного риформінгу являють собою циліндричні вертикальні апарати, які служать для розділу сировини.

Для якісного проходження реакції необхідно дотримувати заданої температури сировини (520) на входах у реактори.

Розрахункову схему апаратів показано на рисунку 1.

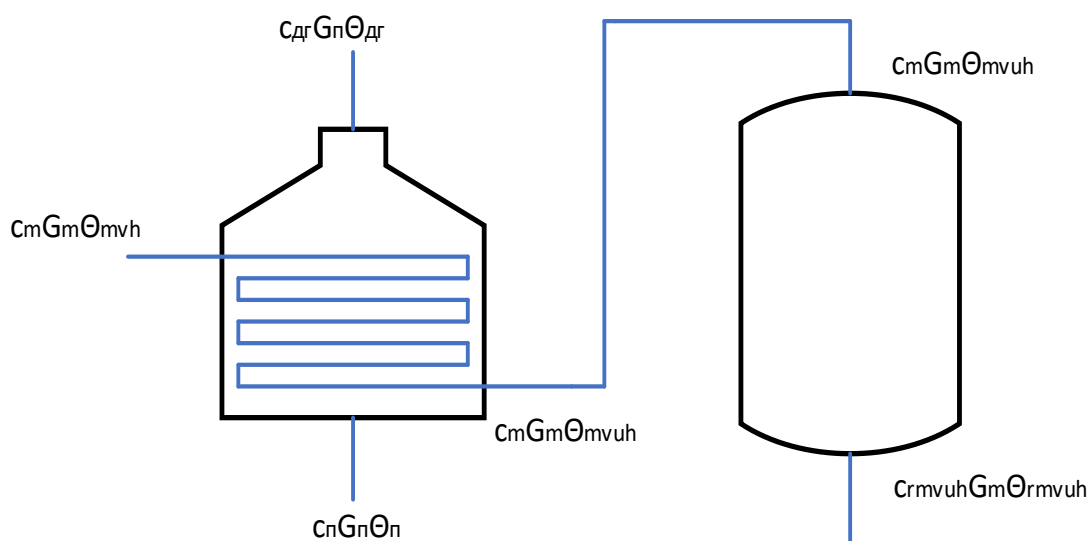


Рис. 3.1 – Розрахункова схема апаратів

На схемі позначені наступні параметри:

C_m – теплоємність гідрогенізату;

G_m – витрати гідрогенізату;

Θ_{mvh} – температура гідрогенізату на вході;

Θ_{mvuh} – температура гідрогенізату на виході;

$C_{дг}$ – теплоємність димових газів;

$\Theta_{дг}$ – температура димових газів;

$C_{п}$ – теплоємність палива;

$\Theta_{п}$ – температура палива;

$G_{п}$ – витрата палива;

C_{rmvuh} – теплоємність речовини після реактора;

Θ_{rmvuh} – температура гідрогенізату на виході з реактора;

При моделюванні статичних та динамічних режимів припустим що:

1. Об'єкт із зосередженими параметрами;
2. Витрата сировини на вході в теплообмінник не змінюється в часі;

Усі значення технологічних параметрів що використовуються при моделюванні занесені до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Значення технологічних параметрів

Назва	Позначення	Числове значення	Розмірність
Температура гідрогенізату на вході	Θ_{mvh}	320	°C
Температура гідрогенізату на виході	Θ_{mvuh}	520	°C
Температура димових газів	$\Theta_{дг}$	620	°C
Температура палива	$\Theta_{п}$	680	°C
Температура гідрогенізату на виході з реактора	Θ_{rmvuh}	430	°C
Витрати гідрогенізату	G_m	18	кг/с
Витрата палива	$G_{п}$	5	кг/с

Теплоємність гідрогенізатору	C_m	3150	Дж/(кг*К)
Теплоємність димових газів	$C_{дг}$	1085	Дж/(кг*К)
Теплоємність палива	C_p	4200	Дж/(кг*К)
Теплоємність речовини після реактора	C_{rmvuh}	3800	Дж/(кг*К)
Площа контакту	F	9	m^2
Коефіцієнт згорання палива	R	3500	-
Коефіцієнт тепло передачі	K	87	-
Коефіцієнт хімічної реакції	q	1826	Дж/моль
Об'єм трубного простору	$V_{тр}$	4	m^3
Об'єм секції печі	V_A	8	m^3
Об'єм реактору	V_p	3	m^3
Густина палива	ρ_p	890	кг/ m^3
Густина матеріала	ρ_m	760	кг/ m^3

Розглянемо теплові баланси печі.

Тепловий баланс трубного простору:

$$Q_{mvh} - Q_n - Q_{mvuh} = 0$$

Тепловий баланс в міжтрубному просторі:

$$Q_{\Pi} + Q_{зг} - Q_{н} - Q_{дг} = 0$$

Вихідні дані:

$Q_{mvh} = C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh}$ – кількість тепла, яке надходить від речовини;

$Q_{н} = K \cdot F \cdot (\Theta_{mvuh} - \Theta_{дг})$ - кількість переданого тепла;

$Q_{mvuh} = C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvuh}$ – кількість тепла, нагрітої речовини;

$Q_{\Pi} = C_{\Pi} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{\Pi}$ – кількість тепла, яке надходить від палива;

$Q_{зг} = R \cdot G_{\Pi}$ – кількість тепла, під час згорання палива;

$Q_{дг} = C_{дг} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{дг}$ – кількість тепла, димових газів;

Запишемо систему підставивши в кожному рівнянні усі величини:

$$\begin{cases} C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} - K \cdot F \cdot (\Theta_{mvuh} - \Theta_{дг}) - C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvuh} = 0; \\ C_{\Pi} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{\Pi} + R \cdot G_{\Pi} - K \cdot F \cdot (\Theta_{mvuh} - \Theta_{дг}) - C_{дг} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{дг} = 0. \end{cases}$$

Виражаємо з другого рівняння температуру $\Theta_{дг}$:

$$\Theta_{дг} = \frac{C_{\Pi} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{\Pi} + R \cdot G_{\Pi} - K \cdot F \cdot \Theta_{mvuh}}{C_{дг} \cdot G_{\Pi} - K \cdot F}$$

Підставляємо отриману температуру в перше :

$$C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} - K \cdot F \cdot \left(\Theta_{mvuh} - \frac{C_{\Pi} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{\Pi} + R \cdot G_{\Pi} - K \cdot F \cdot \Theta_{mvuh}}{C_{дг} \cdot G_{\Pi} - K \cdot F} \right) - C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvuh} = 0;$$

Виражаємо вихідну температуру, і отримуємо :

$$\Theta_{mvuh} = \frac{C_{дг} \cdot G_{\Pi} \cdot C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} - K \cdot F \cdot C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} - K \cdot F \cdot C_{\Pi} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{\Pi} - R \cdot G_{\Pi}}{C_{дг} \cdot G_{\Pi} \cdot C_m \cdot G_m - C_{дг} \cdot G_{\Pi} \cdot K \cdot F - K \cdot F \cdot C_m \cdot G_m}$$

Розглянемо тепловий баланс реактора.

$$Q_{mvuh} - Q_{ximp} - Q_{rmvuh} = 0$$

Вихідні дані:

$Q_{ximp} = q \cdot G_{mvuh}$ — кількість тепла, під час хімічної реакції;

$Q_{rmvuh} = C_{rmvuh} \cdot G_{mvuh} \cdot \Theta_{rmvuh}$ — кількість тепла, після реакції;

Запишемо підставивши у рівняння усі величини:

$$C_m \cdot G_{mvuh} \cdot \Theta_{mvuh} - q \cdot G_{mvuh} - C_{rmvuh} \cdot G_{mvuh} \cdot \Theta_{rmvuh} = 0$$

Виражаємо вихідну температуру, і отримуємо :

$$\Theta_{rmvuh} = \frac{C_m \cdot G_{mvuh} \cdot \Theta_{mvuh} - q \cdot G_{mvuh}}{C_{rmvuh} \cdot G_{mvuh}}$$

Статичні характеристики усіх каналів процесу для робочого режиму навантаження, побудовані за допомогою програми MathCAD, приведені на рисунках 3.2 - 3.4.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

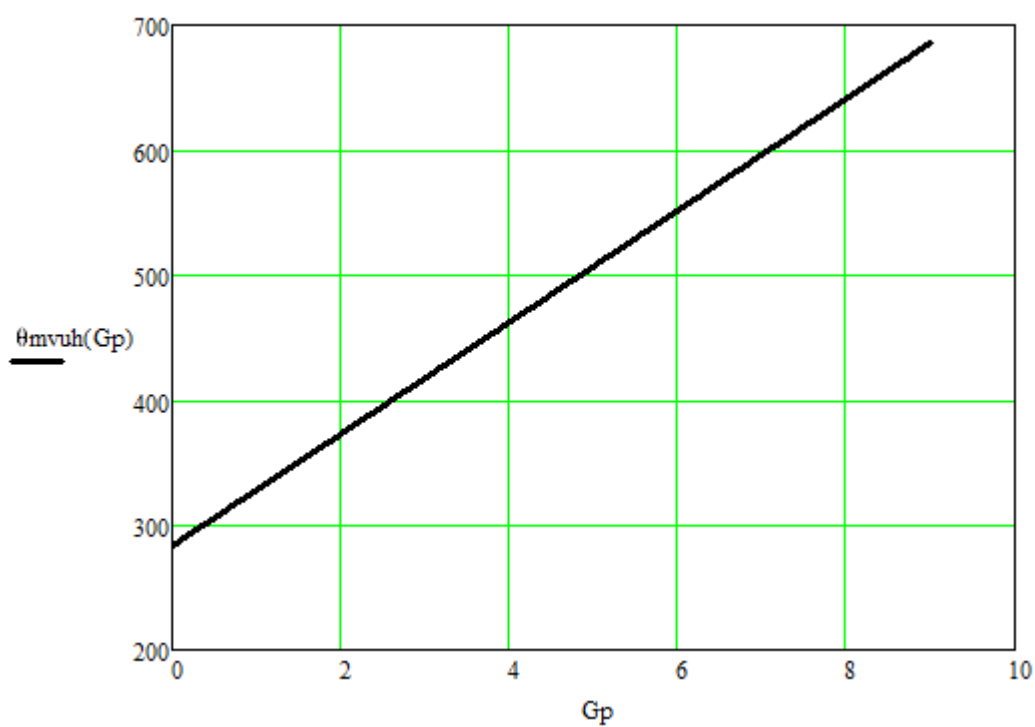


Рис. 3.2 – Статична характеристика каналу $Q_{mvuh} \rightarrow G_p$

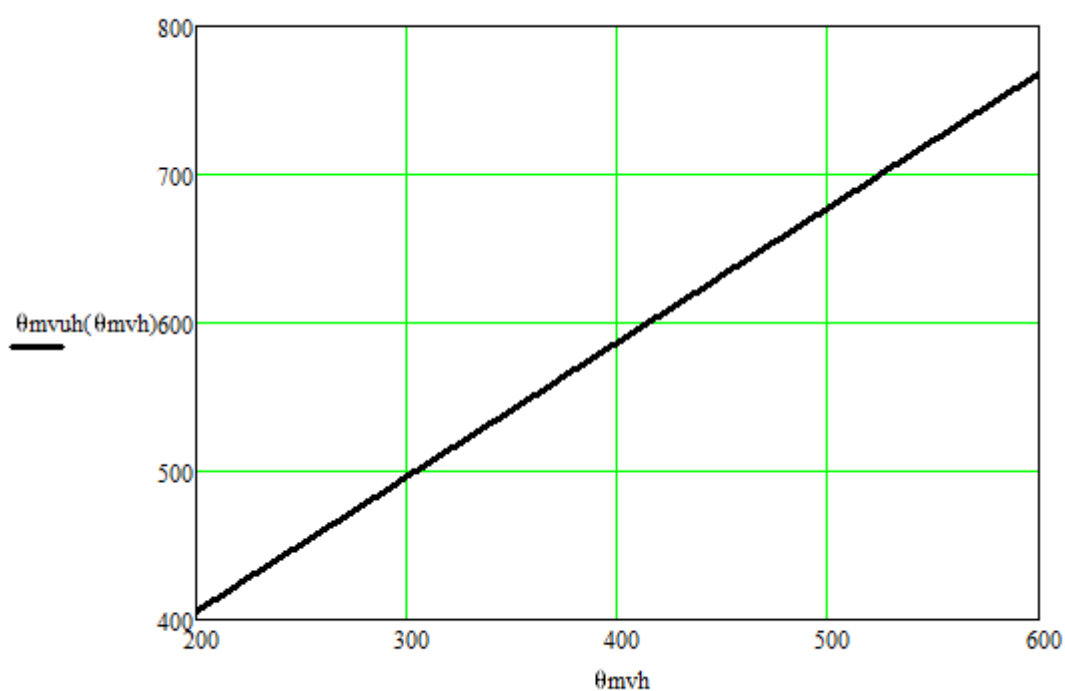


Рис. 3.3 – Статична характеристика каналу $Q_{mvuh} \rightarrow Q_{mvh}$

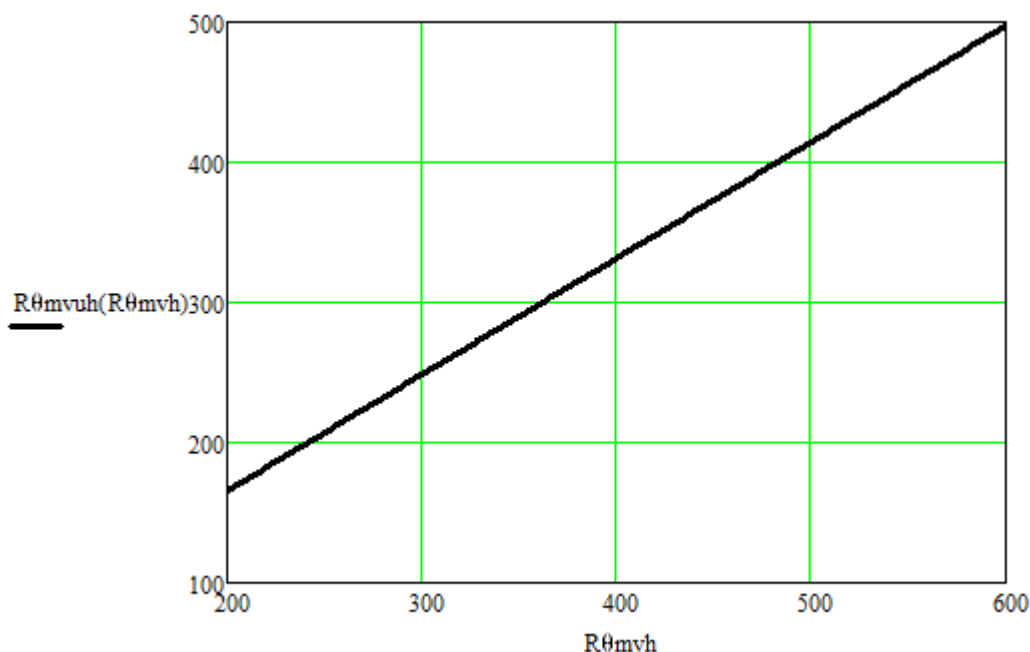


Рис. 3.4 – Статична характеристика каналу $\Theta_{rmvuh} \rightarrow \Theta_{mvuh}$

3.2. Моделювання динамічного режиму

При моделюванні динамічного режиму використовуються змінні технологічних параметрів наведених у таблиці 3.1

Рівняння динаміки для печі:

$$\begin{cases} Q_{mvh} - Q_n - Q_{mvuh} = C_m \cdot V_{tr} \cdot \rho_m \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} \\ Q_{\pi} + Q_{зг} - Q_n - Q_{дг} = C_{\pi} \cdot V_a \cdot \rho_{\pi} \frac{d \Theta_{дг}}{d t} \end{cases}$$

Підставимо формули теплоти:

$$\begin{cases} C_m \cdot G_m \cdot (\Theta_{mvh} - \Theta_{mvuh}) - K \cdot F \cdot (\Theta_{mvuh} - \Theta_{дг}) = C_m \cdot V_{tr} \cdot \rho_m \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t}; \\ C_{\pi} \cdot G_{\pi} \cdot \Theta_{\pi} + R \cdot G_{\pi} - K \cdot F \cdot (\Theta_{mvuh} - \Theta_{дг}) - C_{дг} \cdot G_{\pi} \cdot \Theta_{дг} = C_{\pi} \cdot V_a \cdot \rho_{\pi} \frac{d \Theta_{дг}}{d t}. \end{cases}$$

Виразимо з першого рівняння $\Theta_{др}$:

$$\Theta_{др} = \frac{(C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} + (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot \Theta_{mvuh} - C_m \cdot V_{тр} \cdot \rho_m \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t})}{K \cdot F};$$

Підставляємо $\Theta_{др}$ у друге рівняння :

$$\begin{aligned} C_{\Pi} \cdot G_{\Pi} \cdot \Theta_{\Pi} + R \cdot G_{\Pi} - K \cdot F \cdot \Theta_{mvuh} + \frac{K \cdot F - C_{\Pi} G_{\Pi}}{K \cdot F} \cdot (C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} + (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot \Theta_{mvuh} - C_m \cdot V_{тр} \cdot \rho_m \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t}) = \\ = C_{\Pi} \cdot V_a \cdot \rho_{\Pi} \frac{d}{d t} \frac{(C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} + (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot \Theta_{mvuh} - C_m \cdot V_{тр} \cdot \rho_m \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t})}{K \cdot F} \end{aligned}$$

Лінеаризація рівняння динаміки :

$$\begin{aligned} \frac{C_{\Pi} \cdot G_{\Pi}}{K \cdot F} \left(C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} + (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot \Theta_{mvuh} - C_m \cdot V_{тр} \cdot \rho_m \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} \right) \\ = \frac{C_{\Pi}}{K \cdot F} \Delta G_{\Pi} \cdot C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} + \frac{C_{\Pi} \cdot C_m \cdot G_m \cdot G_{\Pi} \cdot \Delta \Theta_{mvh}}{K \cdot F} \\ + \frac{C_{\Pi} \cdot (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot \Theta_{mvuh}}{K \cdot F} \Delta G_{\Pi} \\ + \frac{C_{\Pi} \cdot (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot G_{\Pi}}{K \cdot F} \Delta \Theta_{mvuh} \\ - \left(\frac{C_{\Pi} \cdot C_m \cdot V_{тр} \cdot \rho_m}{K \cdot F} \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} \Delta G_{\Pi} + \frac{C_{\Pi} \cdot C_m \cdot V_{тр} \cdot \rho_m \cdot G_{\Pi}}{K \cdot F} \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} \right) \end{aligned}$$

Після скорочень отримаєм :

$$\begin{aligned}
& (C_{\Pi} \Theta_{\Pi} + R - \frac{C_{\Pi}}{K F} C_m \cdot G_m \cdot \Theta_{mvh} - \frac{C_{\Pi} (K F - C_m G_m) \Theta_{mvuh}}{K F} \\
& + \frac{C_{\Pi} C_m V_{Tp} \rho_m}{K F} \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t}) \Delta G_{\Pi} + (C_m G_m - \frac{C_{\Pi} C_m G_m G_{\Pi}}{K F}) \Delta \Theta_{mvh} \\
& - \frac{C_{\Pi} \cdot C_m \cdot V_A \cdot \rho_{\Pi} \cdot G_m}{K \cdot F} \frac{d \Theta_{mvh}}{d t} \\
& = (C_m \cdot G_m + \frac{C_{\Pi} \cdot (K \cdot F - C_m \cdot G_m) \cdot G_{\Pi}}{K \cdot F}) \Delta \Theta_{mvh} \\
& + (\frac{C_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot V_A \cdot (K \cdot F - C_m \cdot G_m)}{K \cdot F} + C_m \cdot V_{Tp} \cdot \rho_m \\
& - \frac{C_{\Pi} \cdot C_m \cdot V_{Tp} \cdot \rho_m \cdot G_{\Pi}}{K \cdot F}) \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} \\
& - \frac{C_{\Pi} \cdot \rho_{\Pi} \cdot V_A \cdot C_m \cdot V_{Tp} \cdot \rho_m}{K \cdot F} \frac{d^2 \Theta_{mvuh}}{d^2 t}
\end{aligned}$$

Введемо позначення:

$$b_1 \Delta G_{\Pi} + b_2 \Delta \Theta_{mvh} + b_3 \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} = a_1 \Delta \Theta_{mvh} + a_2 \frac{d \Theta_{mvuh}}{d t} + a_3 \frac{d^2 \Theta_{mvuh}}{d^2 t}$$

$$K_k = \frac{b_1}{a_1} \quad K_{36} = \frac{b_2}{a_1} \quad T_{36} = \frac{b_3}{a_1} \quad T_1 = \frac{a_2}{a_1} \quad T_2 = \frac{a_3}{a_1}$$

$$W_k = \frac{K_k}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}$$

$$W_{36} = \frac{K_{36} + T_{36} p}{T_2 p^2 + T_1 p + 1}$$

Рівняння динаміки для реактора:

$$G_{mvh} = G_{mvuh} = G_m$$

$$c G_m (\Theta_{rmvh} - \Theta_{rmvuh}) - q G_m = c \rho_m V_p \frac{d \Theta_{rmvuh}}{d t}$$

Лінеризуєм рівняння динаміки для реактора:

$$c\rho_m V_p \frac{d\Theta_{rmvuh}}{dt} + cG_m \Delta\Theta_{rmvuh} = cG_m \Delta\Theta_{rmvh}$$

$$T_1 = \frac{\rho_m V_p}{G_m}$$

Отримаєм передатну функцію:

$$W_p = \frac{1}{T_1 p + 1}$$

Підставивши необхідні для розрахунків нам величини та зробивши обернене перетворення за Лапасом, отримаємо перехідні характеристики (рис. 3.5-3.7):

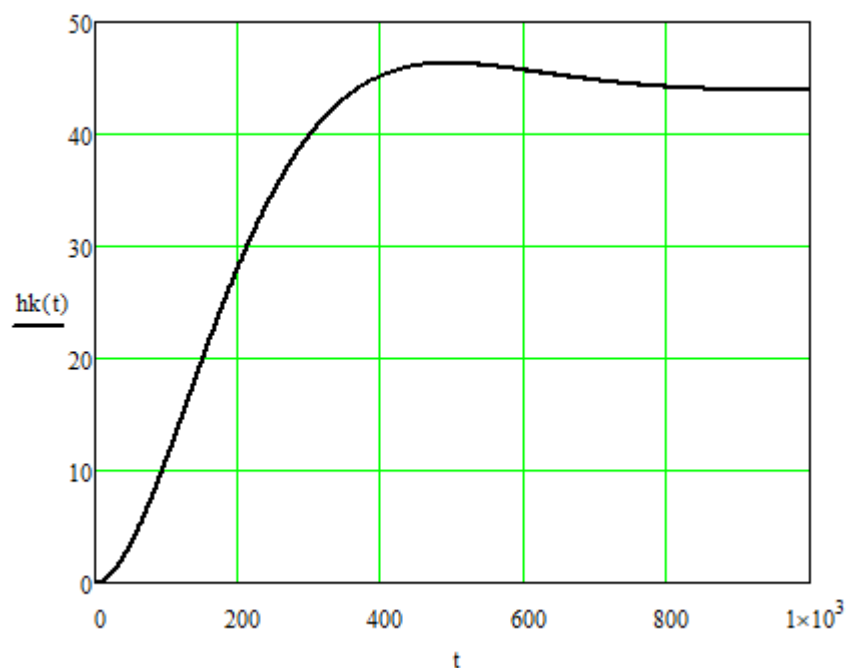


Рис. 3.5 Перехідна характеристика по каналу керування печі

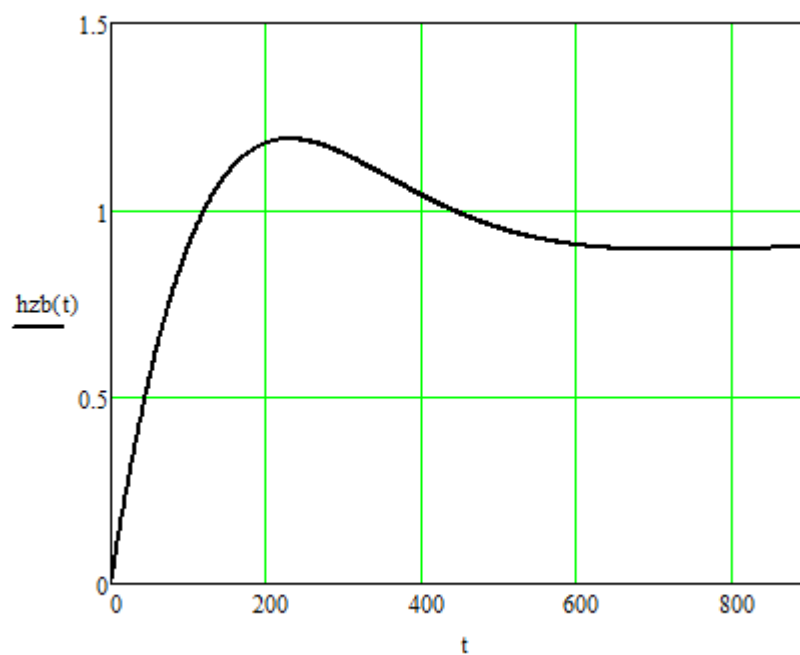


Рис. 3.6 Перехідна характеристика по каналу збурення печі

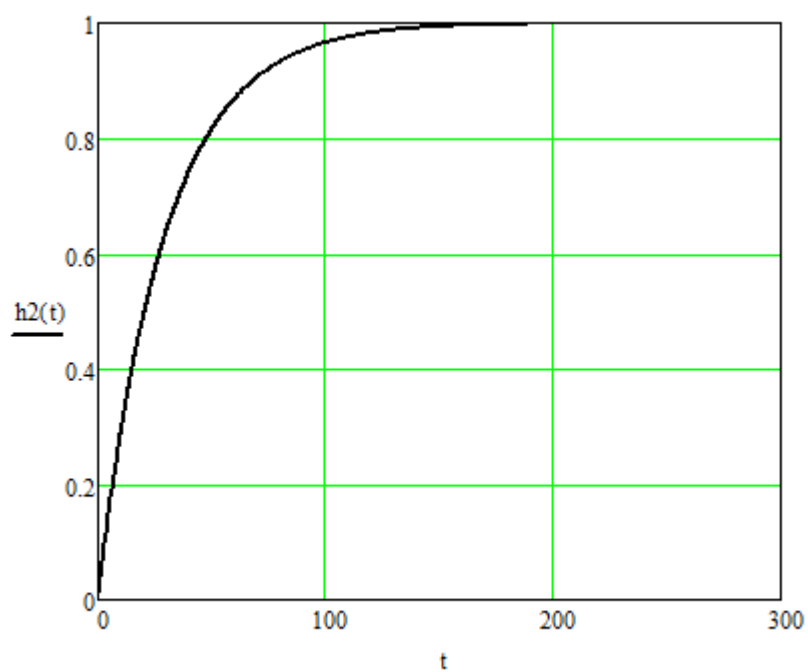


Рис. 3.7 Перехідна характеристика по каналу керування реактора

4. СИНТЕЗ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

4.1 Розрахунок системи з ПІД-регулятором у Simulink автоналаштування

Система керування з ПІД-регулятором складається з передатної функції керування, збурення і передатної функції реактора, система складається з 3 реакторів і 3 печей отже отримаємо наступну схему.

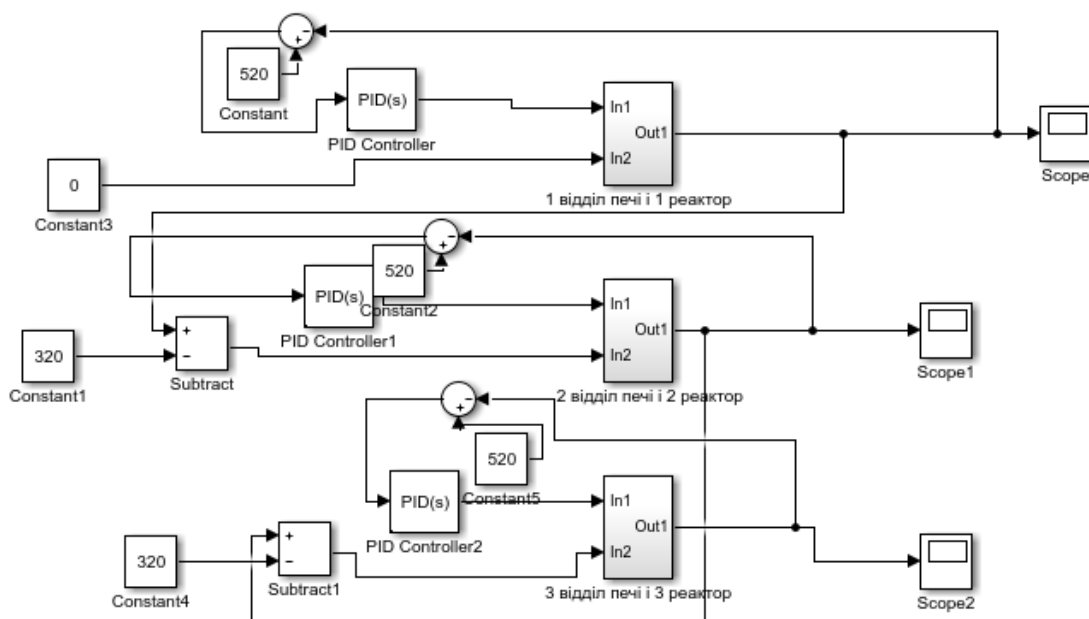


Рис 4.1 Система керування з 3 відділів печі і 3 реакторів

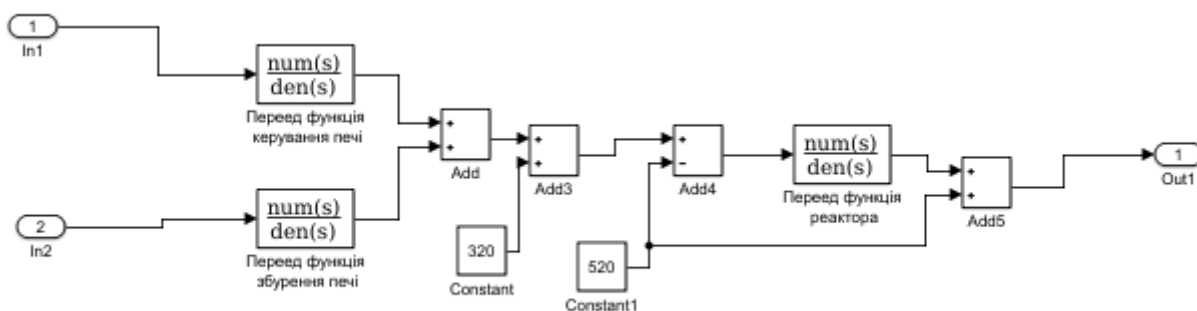


Рис 4.2 Схема системи печі і ректора

Для використання автонастройки PID регулятора, змодельованої системи в Simulink , ми включаєм блок PID autotuner в моделі. Під час запуску моделі можна керувати процесом автоналаштування. Коли налаштування завершено, можна перевірити налаштовані параметри. Використання PID autotuner таким чином може бути корисним для створення початкової конструкції PID регулятора, яку ми пізніше можемо вдосконалити в режимі реального часу.

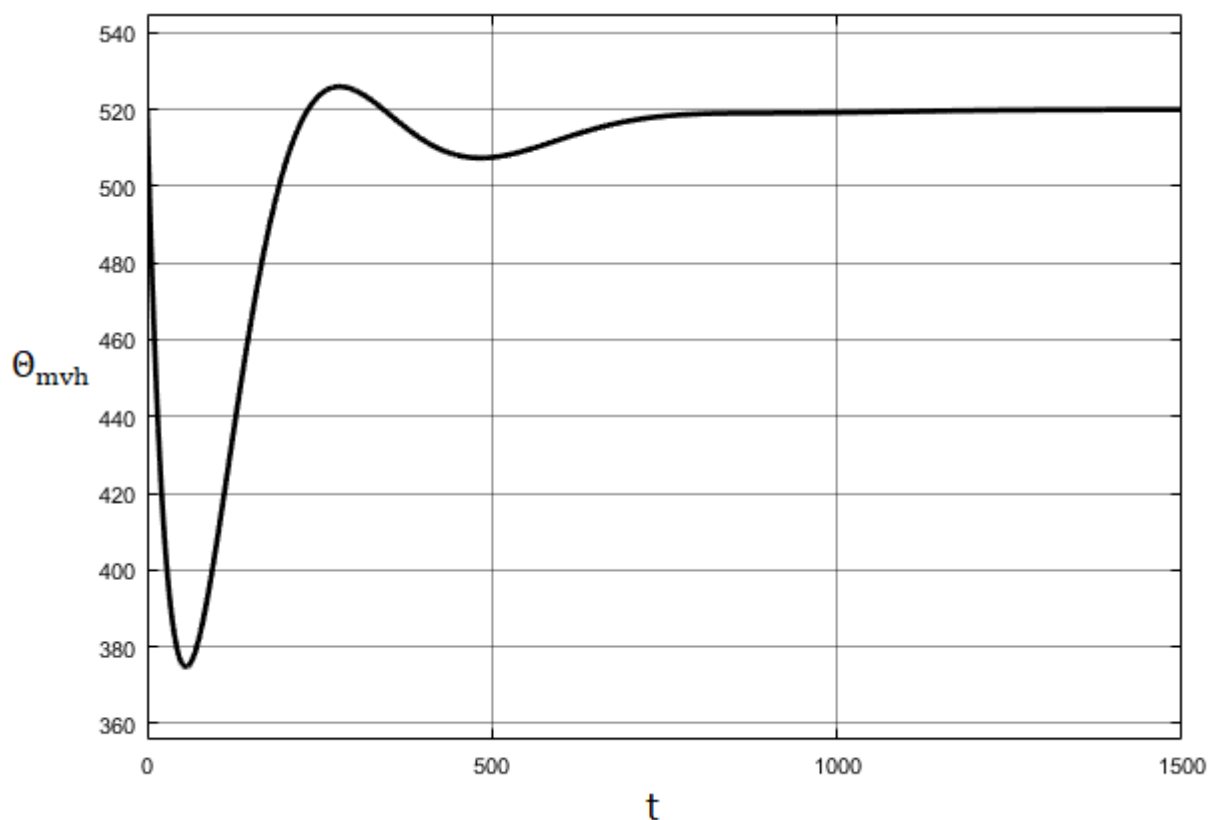


Рис 4.3 Перехідна характеристика (автоналаштування) 1 секція печі і 1 реактора

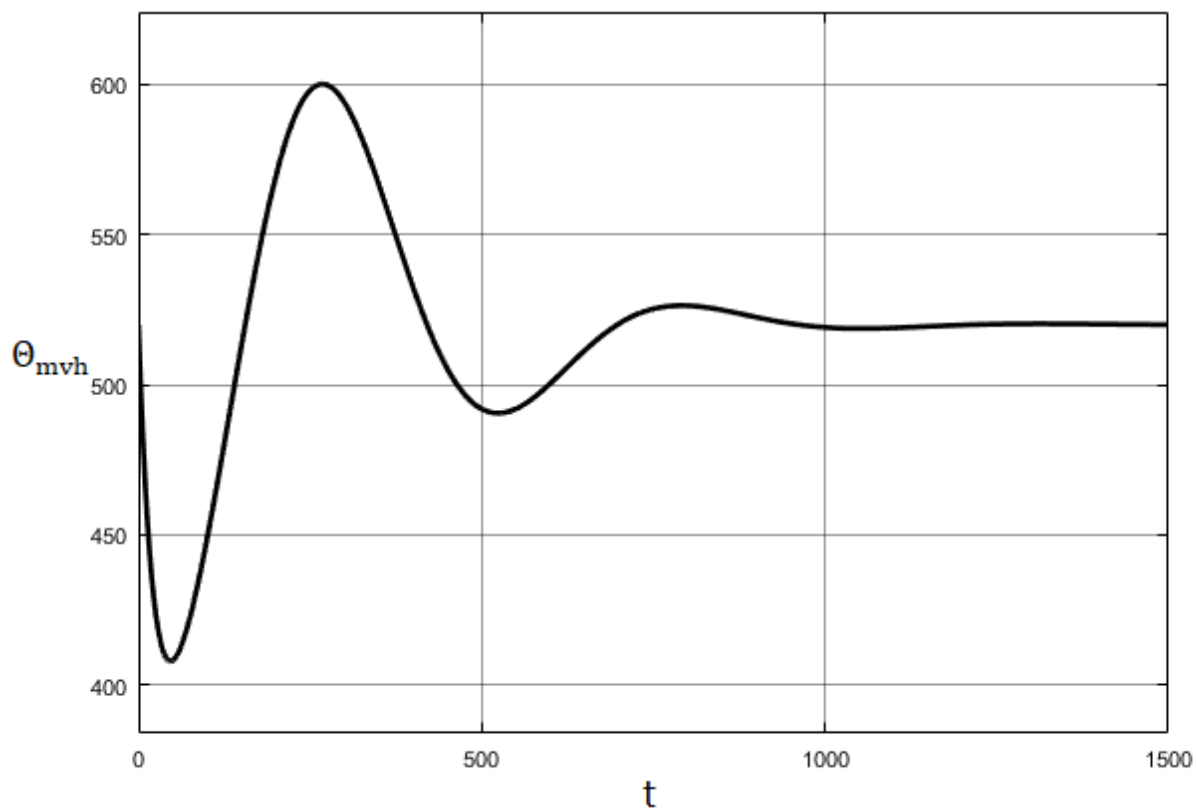


Рис 4.4 Перехідна характеристика (автоналаштування) 2 секції печі і 2 реактора

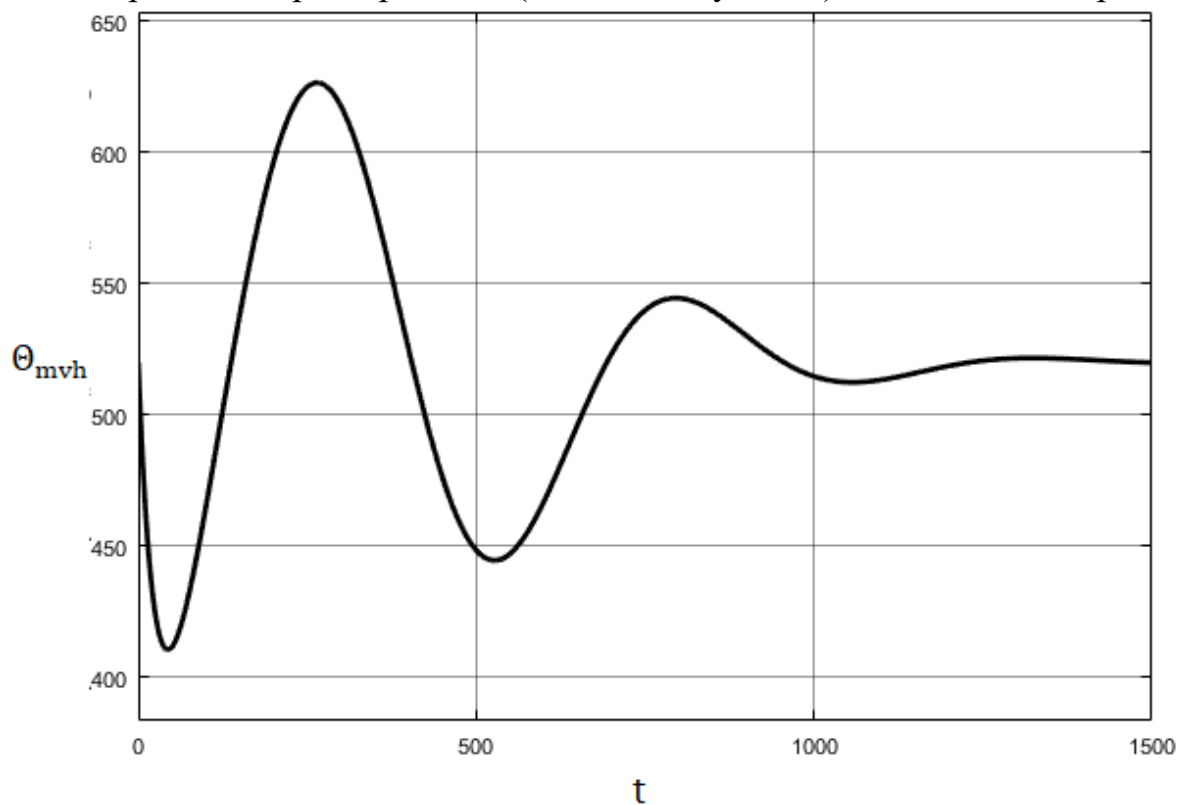


Рис 4.5 Перехідна характеристика (автоналаштування) 3 секції печі і 3 реактора

4.2 Налаштування регулятора методом Циглера-Нікольса

Цей метод, запропонований в 1943 р, відноситься до емпіричних тобто використовує дані отримані експериментальним шляхом. Метод Циглера-Нікольса заснований на використанні запасів стійкості. У цьому варіанті процедура настройки починається з експериментального дослідження системи, що складається з П-регулятора і заданого об'єкта регулювання. Коефіцієнт передачі П-регулятора змінюється до моменту коли система виходить в автоколивання. Фіксується, вимірюється період і потім за певними співвідношеннями знаходяться настройки регулятора, для ПІД регулятора наступні співвідношення $K_p = 0,6 K_{кр}$, $T_i = 0,5 T_{кр}$, $T_d = 0,125 T_{кр}$.

Знайдемо параметри налаштування ПІД -регулятора з використанням методу Циглера-Нікольса. Для цього експериментально знайдемо такі параметри регуляторів, що забезпечують автоколивання.

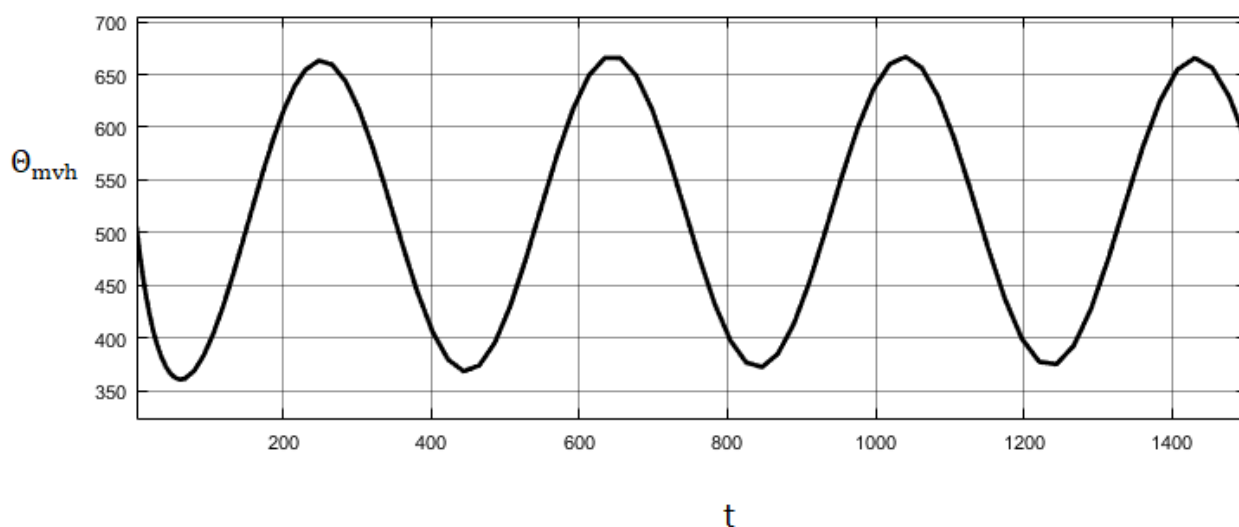


Рис 4.6 Незгасаючі коливання 1 секції печі і 1 реактора

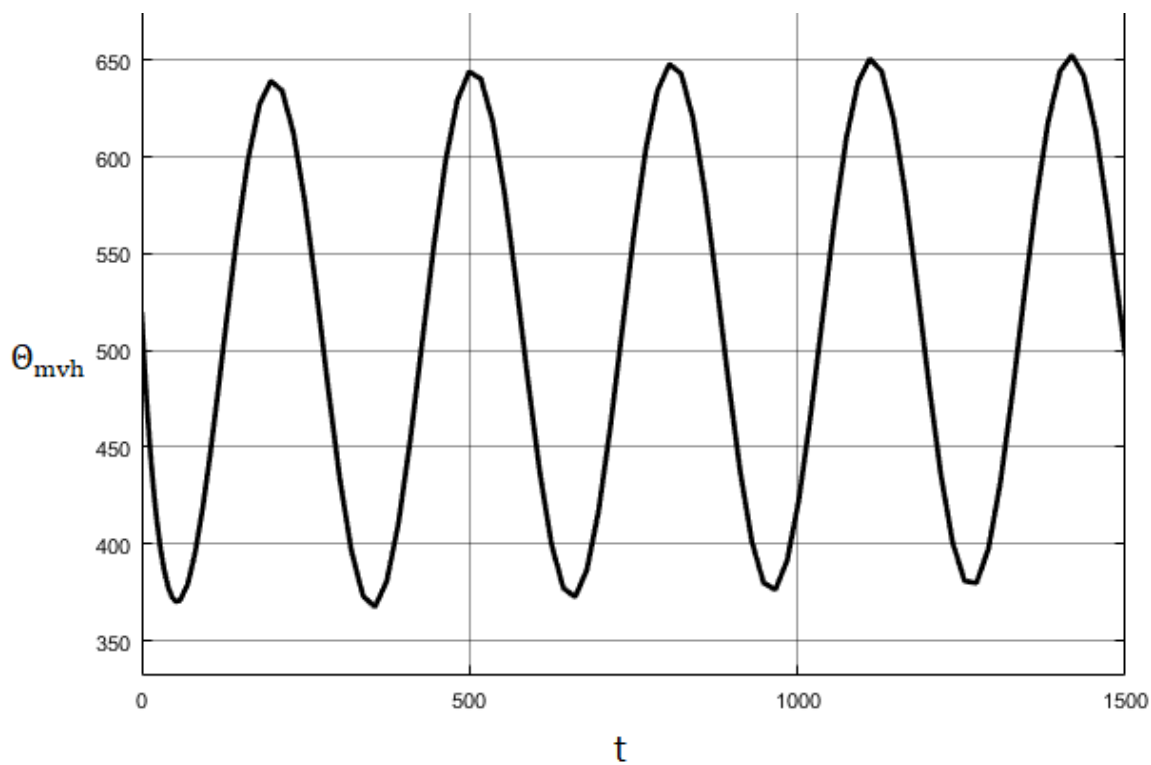


Рис 4.7 Незгасаючі коливання 2 секції печі і 2 реактора

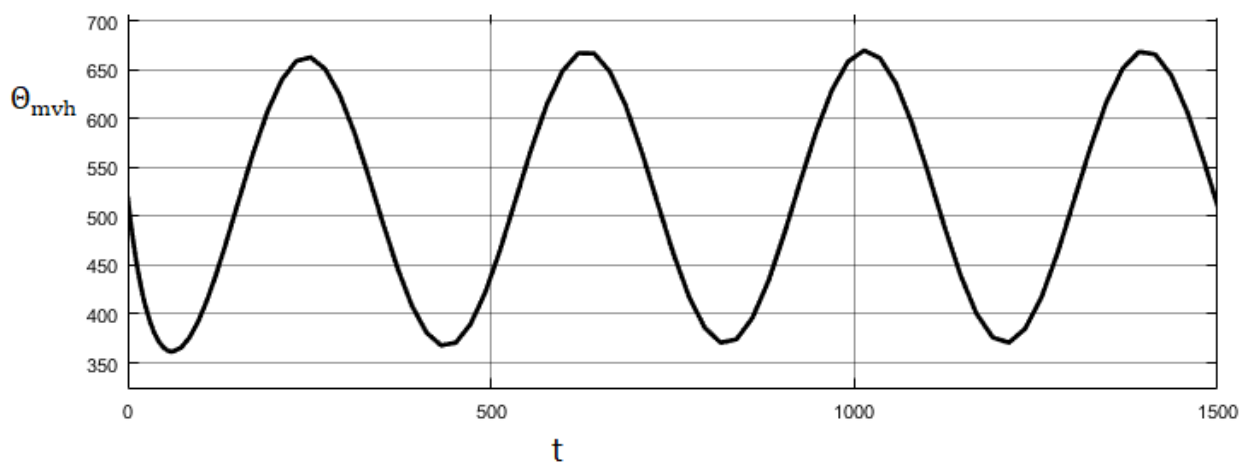


Рис 4.8 Незгасаючі коливання 3 секції печі і 3 реактора

Після перетворень значень коефіцієнтів отримаєм наступні перехідні характректеристика :

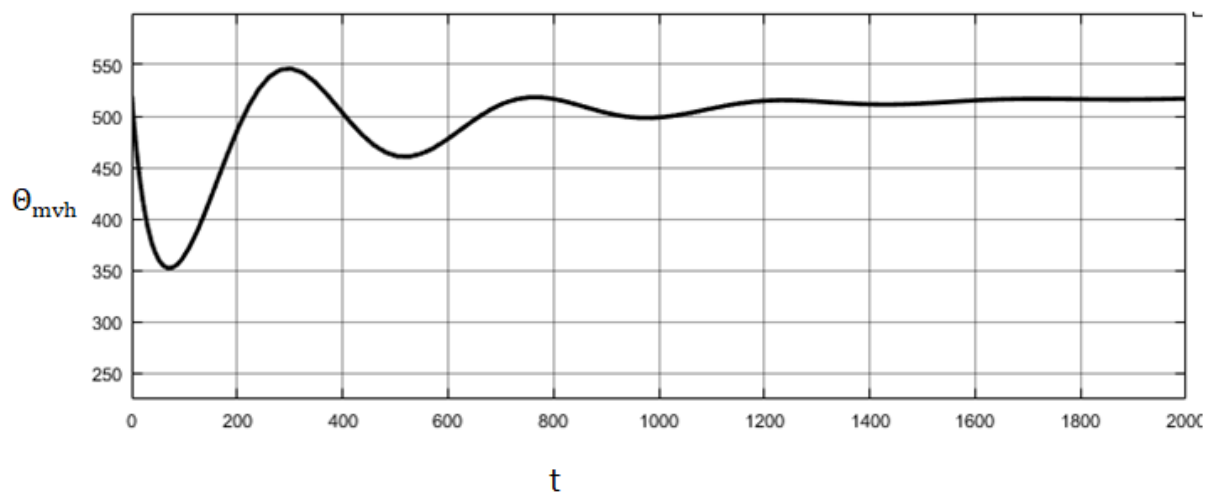


Рис 4.9 Перехідна характеристика (Циглера-Нікольса) 1 секції печі і 1 реактора

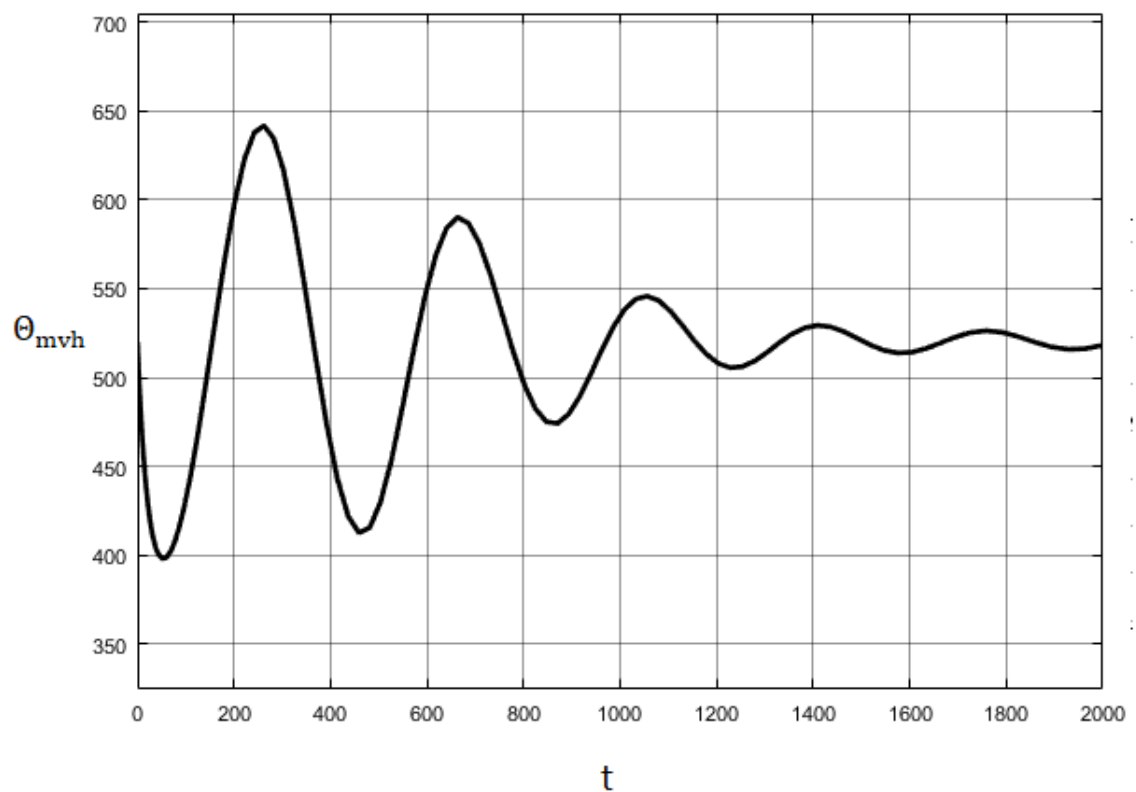


Рис 4.10 Перехідна характеристика (Циглера-Нікольса) 2 секції печі і 2 реактора

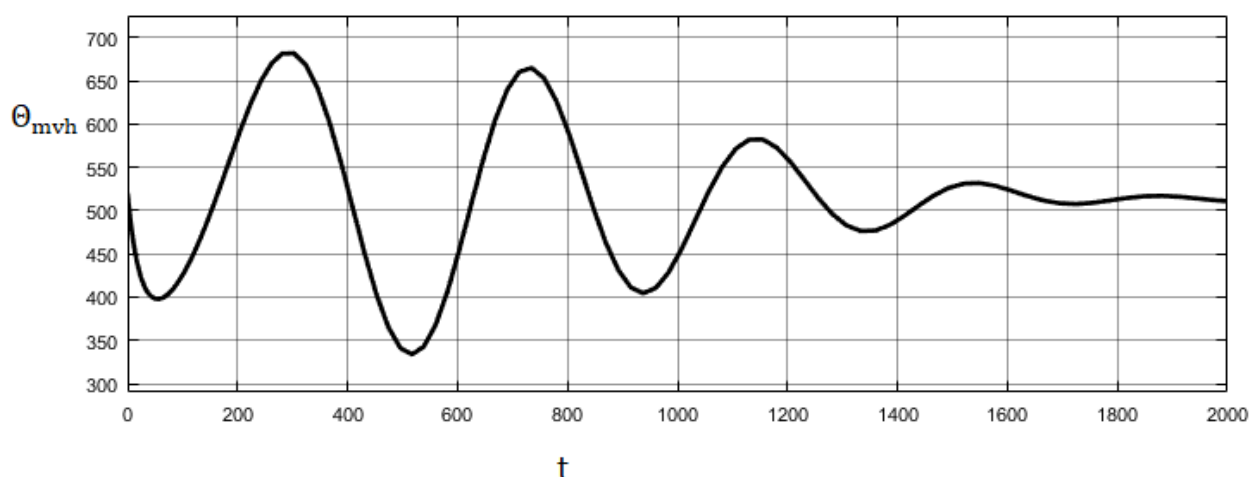


Рис 4.11 Перехідна характеристика (Циглера-Нікольса) 3 секції печі і 3 реактора

4.3 Налаштування ручним режимом

Розрахунок коефіцієнтів може не задовільняти настройки регуляторів, оскільки аналітично отримані результати ґрунтуються на сильно спрощених моделях об'єкта. Оскільки, не береться часто до уваги нелінійність вигляду "обмеження" для керуючого впливу. Крім того, моделі використовують параметри, ідентифіковані з деякою погрішністю. Тому після розрахунку параметрів регулятора бажано зробити його підстроювання. Правила підстроювання отримані з досвіду, теоретичного аналізу і чисельних експериментів. Вони зводяться до наступного:

- збільшення пропорційного коефіцієнта збільшує швидкодію і знижує запас стійкості;
- зі зменшенням інтегральною складовою помилка регулювання з плином часу зменшується швидше;
- зменшення постійної інтегрування зменшує запас стійкості;
- збільшення диференціальної складової збільшує запас стійкості і швидкодія.

Перераховані правила застосовуються також для регуляторів, що використовують методи експертних систем і нечіткої логіки.

Відзначимо, що застосування правил можливо тільки після попередньої настройки регулятора за формулами. Спроби налаштувати регулятор без початкового наближеного розрахунку коефіцієнтів можуть бути безуспішними. Сформульовані вище правила справедливі тільки в околиці оптимальної настройки регулятора. Настройка за правилами може зайняти багато часу.

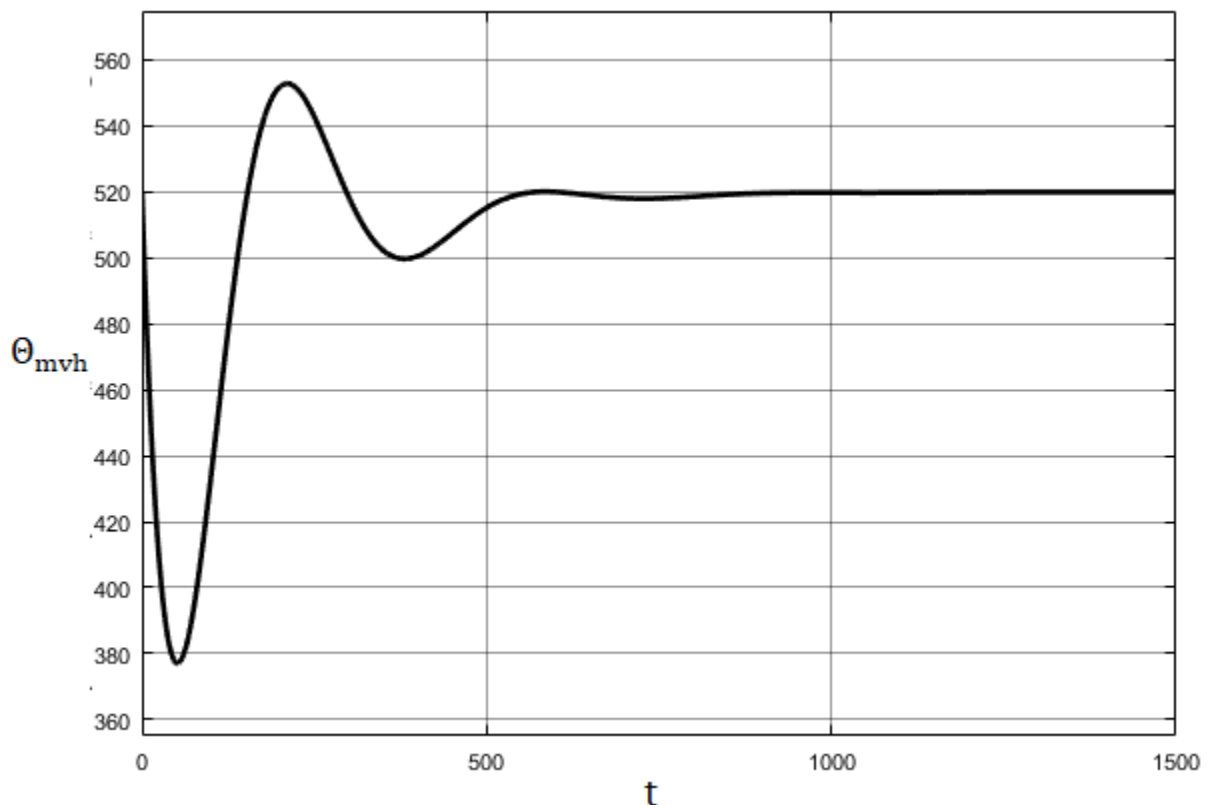


Рис 4.12 Перехідна характеристика (ручний режим) 1 секції печі і 1 реактора

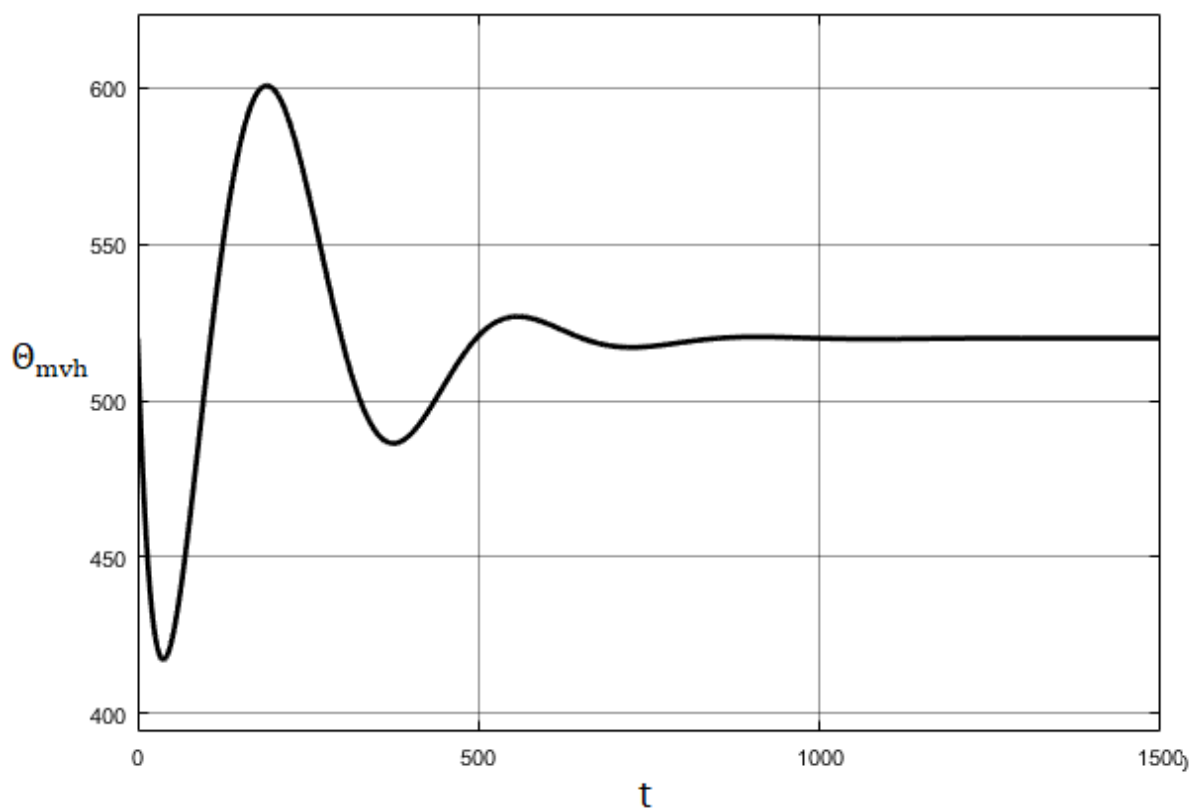


Рис 4.13 Перехідна характеристика (ручний режим) 2 секції печі і 2 реактора

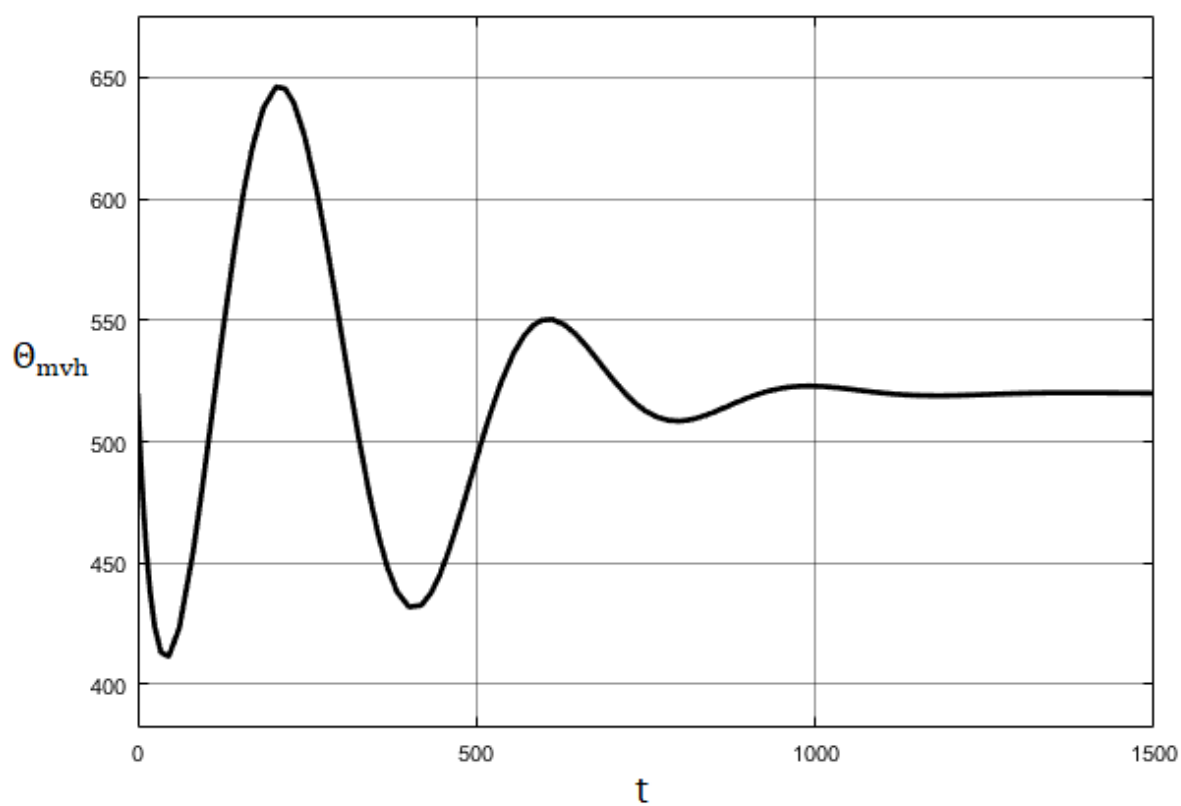


Рис 4.14 Перехідна характеристика (ручний режим) 3 секції печі і 3 реактора

4.4 Висновки про методи налаштування системи

Проаналізувавши налаштування 3 способом можна сказати ,що ручний режим на основі автоналаштування в моєму випадку виявився найбільш ефективним . Автоналаштування Simulink частково справилось з поставленою задачею проте час виходу на задане значення значно вищий ніж у ручному режимі . Підібрані коефіцієнти методом Циглера-Нікольса ,в цьому випадку виявились найбільш недоцільні оскільки в системі більш виражені коливання і час виходу на задане значення виявилось найбільшим. Підсумувавши можна сказати що налаштування регулятора розрахунковим методом не завжди задовільняє потреби процесу, проте аналітичним методом можна підналаштувати на задані потреби ,але подекуди пошук коефіцієнтів може зайняти багато часу.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		51

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до закону України «Про охорону праці», підприємство зобов'язане забезпечити всім працюючим на ньому безпечні та нешкідливі умови праці і несе відповідальність за шкоду, заподіяну їх здоров'ю та працездатності. Забезпечення безпеки праці реалізується як при проектуванні технологічних процесів, так і при їх впровадженні.

Відповідно до теми дипломного проекту «Система автоматизації установки риформінгу з рухомим шаром каталізатора» в даному випадку розглядається виробництво палива. Це дозволяє знизити кількість працюючих робітників безпосередньо в цеху ($S = 2700 \text{ м}^2$, $V = 2700 \cdot 15 \text{ м}^3$), що, в свою чергу, знижує робочий травматизм. Автоматичні системи сигналізації та блокувань дозволять вчасно та з найменшими втратами передбачати неполадки і запобігати аварійним ситуаціям, аваріям.

Технічне завдання дипломного проекту передбачає розрахунок печі. Контроль параметрів технологічного процесу здійснює оператор, пульт якого знаходиться у виробничому приміщенні площею $S = 150 \text{ м}^2$ та об'ємом $V = 750 \text{ м}^3$.

Шкідливими і небезпечними виробничими факторами при роботі і обслуговуванні обладнання являються:

- ураження електричним струмом;
- виробниче освітлення;
- повітря робочої зони;
- пожежобезпека;

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		52

5.1 Електробезпека

Широке використання електроенергії в нафтопереробній промисловості зумовлює розширення кола осіб, котрі експлуатують обладнання. Тому проблема електробезпеки при експлуатації електрообладнання набуває особливого значення.

1. Приміщення цеху з точки зору небезпеки враження людини електричним струмом у відповідності з ПУЕ-76 відноситься до класу 1 (без підвищеної небезпеки). Умови, що визначають клас даного приміщення - це наявність струмопровідних підлог, перекриттів, наявність електродвигунів.

2. На пульті управління оператора напруга $U = 220/380$ В, частота $f = 50$ Гц. Напруга, що використовуються в мереж призначена для пристроїв автоматизації та сигналізації. Струм – перемінний.

Режим нейтралі – глухо-заземлений.

Допустимі відхилення напруги мережі та не стабілізованих джерел напруги від 5 % до 7 %.

Тип електромереж - трьохфазна чотирьохпровідникова мережа із глухо-заземленою нейтраллю.

3. Для забезпечення електробезпечності передбачені організаційні і технічні заходи:

- інструктаж і навчання безпечним методам праці;
- встановлення блокування безпеки та огорожі;
- встановлення плакатів і знаків безпеки;
- недоступність елементів установки, що знаходяться під напругою (кабелі вкладаємо в полівінілхлоридові труби, піддати захисту: недоступність кабелів на висоті $h_{min} = 2,7 \dots 3$ м, застосування огорожувальних пристроїв);
- ізоляція струмопровідних частин пульта керування ($R \geq 0,5$ МОм);
- електророзділення мережі за допомогою спеціальних розділюючих трансформаторів;
- рубильники включення замкнені в спеціальних шафах, різні кольори пускового та робочого обладнання;

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		53

- при роботі з електроінструментом ($u \leq 42$ В), застосовуються індивідуальні засоби захисту, такі як діелектричні рукавички і калоші, гумові килимки, ізольовані підставки.

При замиканні на корпус:

В аварійному режимі використовується пристрій занулення і захисне 82вто відключення, відповідно до ГОСТ 12.1.030-81/91.

Розрахунок занулення приводиться для визначення сили струму та напруги, значення яких повинні бути безпечними для життя людини.

Вихідні дані: $U_{\phi}=220$ В – напруга фази, $R_0=0.1$ Ом. – опір заземлення нейтралі, $Z_0=0.2$ Ом. – опір заземлення корпусу.

Розрахунок:

Струм короткого замикання забезпечує спрацювання захисту:

$$I_3 = U_{\phi} / (R_0 + Z_0) = 220 / 0.3 = 733 \text{ А};$$

Напруга на корпусі:

$$U_k = I_3 \cdot Z_0 = 733 \cdot 0.2 = 146 \text{ В};$$

Так як напруга значна, то необхідно застосовувати нульовий захисний провідник.

Заземлення нейтралі знижує напругу до безпечного значення, у випадку замикання фази на землю: $U_k = I_3 \cdot R_0 = 220 \cdot / (0.1 + 100) = 2.2 \text{ В}$

Застосувавши опір повторного захисного провідника знижуємо у випадку обриву нульового провідника напругу на корпусі по місцю обриву:

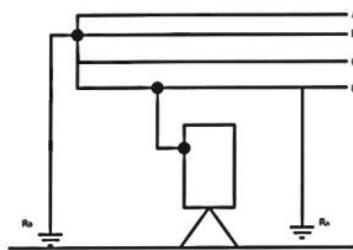


Рис. 7.1 Схема занулення

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		54

5.2 Виробниче освітлення

Виробництво, що розглядається потребує зорової уваги. В операторній використовуються лампи денного світла. В приборах використовується підсвітлення шкали.

В цеху використовується змішаний тип освітлення (природне освітлення доповнюється штучним). Проектом передбачене робоче, евакуаційне, аварійне і ремонтне освітлення. Тип джерела світла для системи загального освітлення лампи світлодіодні, напруга мережі 220 В, потужність 100 Вт, потік $\Phi = 1000$ лм, кількістю 200 шт. . Передбачається штучне освітлення у всіх приміщеннях і на всіх площадках установки, нормована освітленість повинна становити: комбінованого освітлення - $E_{\text{нор1}} = 200$ лк, загального освітлення - $E_{\text{нор2}} = 150$ лк, фактична становить $E_{\text{фак}} = 240$ лк .

Вибираємо потрібне нормоване освітлення для комбінованого і загального штучного освітлення приміщення цеху.. Характеристика зорової роботи - малої точності, так як відбувається періодичне спостереження за ходом технологічного процесу. Вона належить до 5-го розряду зорової роботи. Передбачено бокове природне освітлення. Нормування значень коефіцієнта природної освітленості 0.8%, що відповідає вимогам ДБН В 2.5.28 – 2006

5.3 Повітря робочої зони

Робота оператора по обслуговуванню апарата відноситься до категорії легких робіт (категорія 1б), тому що вона проводиться сидячи, не потребує систематичного фізичного навантаження або підняття ваги.

Енерговитрати людини досягають 150 ккал/год. (172 Дж/с).

Згідно по ГОСТ 12.1.005 – 88 фізичні параметри умов відповідають нормам:

- температура, фактична допустима – 20-23°C;
- відносна вологість – 40-62 %;
- швидкість руху повітря – $0.2 \leq$, м/с;

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		55

- холодний час року, нагрівши помешкання батареями з теплоносієм водою, нагрітою до температури 50...60°C;

- у теплий час року вентиляцією. Місце роботи оператора обладнано замкнутою системою вентиляції і кондиціонування, для яких використовуються осьові вентилятори Ц4-70. Проте можливі шкідливі речовин в повітрі робочої зони .Тому застосовується методи для визначення концентрацій шкідливих речовин, такі як експрес-метод, метод безперервного автоматичного контролю та інші. Експрес-метод знайшов найбільш широке застосування і дозволяє швидко і з достатньою точністю визначати концентрацію шкідливих речовин, безпосередньо, на робочому місці. Суть його полягає в протягуванні певного обсягу повітря через контрольні трубки з індикаторним порошком, який реагує зміною кольору на вміст шкідливих речовин у повітрі. До приладів експрес-методу відносяться газоаналізатори: УГ-2; ГХ-100; ГХ-4 та ін. Метод безперервного автоматичного контролю застосовується на робочих місцях з постійним впливом шкідливих речовин, які можуть викликати серйозні порушення в стані здоров'я людей або привести до аварій за рахунок виникнення вибухонебезпечності та пожежонебезпеки. Контроль проводиться автоматизованими системами із записом змін шкідливостей в повітрі у часі із застосуванням газоаналізаторів: Сирена-2 для мазуту і т.д.

У зв'язку з цим, цех поділу повітря постачається устаткуванням приточно-витяжної вентиляції.

Умови повітря робочої зони забезпечуються завдяки вище перерахованим технічним заходам,що відповідає ГОСТ 12.1.005-88/98.

Технічні засоби, що забезпечують безпеку органів дихання: респіратор газопилозахисний «Клен - ГП», та респіратор ШБ – 1 «Лепесток – 200» ,повітряний апарат МПА .

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		56

5.4 Пожежна безпека

При обслуговуванні системи автоматизації, оператор знаходиться в операторській. Площа операторської 9 м², висота 3 м, в ній працює 3 оператора, присутні тверді горючі та важкогорючі речовини, тому приміщення відповідає класу В, зона П-І.

Системи пожежної безпеки - це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004 -91 пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Системи пожежної безпеки мають запобігти виникненню пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі на необхідному рівні. Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою зазначених систем, згідно з ГОСТ 12.1.004-91, не повинен бути меншим за 0,999999 відвернення впливу на кожну людину, а допустимий рівень пожежної небезпеки для людей не може перевищувати 10" впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік у розрахунку на кожну людину.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до загибелі або масового ураження людей небезпечними факторами пожежі та їх вторинними проявами, а також до значного пошкодження матеріальних цінностей, повинні мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімально можливу імовірність виникнення пожежі. Конкретні значення такої імовірності визначаються проектувальниками та технологами.

Основними вихідними даними при розробці комплексу технічних і організаційних рішень щодо забезпечення потрібного рівня пожежної безпеки в кожному конкретному випадку є чинна законодавча і нормативно-технічна база з питань пожежної безпеки, вибухопожежонебезпечні властивості матеріалів і речовин, що застосовуються у виробничому циклі, кількість вибухопожежонебезпечних матеріалів і речовин і особливості виробництва. На

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		57

основі цих вихідних даних визначаються такі критерії вибухопожежонебезпеки об'єкта, як категорії приміщень і будівель за вибуховою і пожежною небезпекою, а також класи вибухонебезпечних і пожежонебезпечних зон. Саме залежно від категорії приміщень та будівель і класу зон за вибуховою і пожежною небезпекою, відповідно до вимог чинних нормативів, розробляються технічні і організаційні заходи і засоби забезпечення вибухопожежної безпеки об'єкта.

Отже метою пожежної безпеки об'єкта є попередження виникнення пожежі на визначеному чинними нормативами рівні, а у випадку виникнення пожежі - обмеження її розповсюдження, своєчасне виявлення, гасіння пожежі, захист людей і матеріальних цінностей.

Попередження утворення пожежі в цеху забезпечується наступними загальними заходами:

- підтримуються відповідні значення температур та тиску середовища, за яких поширення полум'я виключається;
- встановлення установок автоматичного пожежо гасіння САМ9 , тепература спрацювання 72°C, покриває площу 12м² , середній термін дії 10 років;
- максимально механізовані та автоматизовані технологічні процеси;
- видаляються пожежонебезпечні відходи виробництва.
- використовуються машини, механізми, устаткування, пристрої, при експлуатації яких не утворюються джерела запалювання;
- використовуються швидкодійні засоби захисного відключення можливих джерел запалювання;
- використовуються технологічні процеси і устаткування, що задовольняє вимогам статичної іскробезпеки;
- температури нагріву поверхні машин, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти в контакт з горючим середовищем, підтримуються нижче гранично допустимої, яка не повинна перевищувати 80% температури самозаймання горючого середовища;

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		58

- відповідно до зон встановлюються порошкові вогнегасники ОП ,час для початку роботи яких служить 5с, термін дії 10 років;
- використовується інструмент, робочий одяг і взуття, які не викликають іскроутворення при виконанні робіт;
- зменшується розмір горючого середовища нижче гранично допустимого за горючістю;
- виконуються вимоги чинних стандартів, норм та правил пожежної безпеки;
- використовується електроустаткування, що відповідає за своїм виконанням пожежонебезпечним та вибухонебезпечним зонам, групам та категоріям вибухонебезпечних сумішей.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

В ході дипломного проекту було розроблено схему автоматизації та специфікацію установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора, принципова електрична схема технологічної сигналізації контрольованих параметрів. Для багатосекційної печі і реакторів була розроблена математична модель, як об'єкта керування. Продемонстровані входи і виходи апарату, класифікація об'єкта, побудовані статичні та динамічні характеристики апаратів. Також налаштований ПІД-регулятор різними методами і проведений їх аналіз. Подані рекомендації що до охорони праці установки каталітичного риформінгу з рухомим шаром каталізатора, що відповідають законодавству України.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		60

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування систем керування: конспект лекцій для студентів спеціальності «Автоматизоване управління технологічними процесами» / Уклад.: М. З. Кваско, Я. Ю. Жураковський, А. І. Жученко, В. В. Миленький, – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 279 с
2. Теорія ймовірностей у задачах автоматизації виробництва: Навчально-методичний посібник з курсу “Спеціальні розділи математики” для студ. спец. „Автоматизоване управління технологічними процесами” напряму „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” / Уклад.: А.І. Жученко, В.В. Миленький, Л.Д. Ярошук. – К.:НТУУ «КПІ», 2008. - 70 с..
3. Лукінюк М. В., Технологічні вимірювання та прилади: Навч. посіб. – К.: ІВЦ “Видавництво «Політехніка»”, 2007. – 436 с.
4. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006 – 448 с..
5. Лукінюк М. В., Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с.
6. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи кредитного модуля «Електричні елементи та пристрої автоматизації» навчальної дисципліни “ Технічні засоби автоматизації – 1” для студентів напрямку підготовки “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології ” по спеціалізації «Автоматизація хіміко-технологічних процесів і виробництв» [Текст] / Укладач, В. М. Ковалевський, // – К.: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2017. – 159 с.

					ДП 51.05. 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		61

7. Шишов, О.В. Технические средства автоматизации и управления: Учебное пособие / О.В. Шишов. - М.: ИНФРА-М, 2012. - 397 с.
8. Аналогові системи: Метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни „ Теорія автоматичного керування ” для студентів спеціальності „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технологічні комплекси” / Уклад.: О.В. Ситніков”, 2016. – 42с.
9. <https://mylektsii.ru/1-23240.html>
10. https://studopedia.ru/3_25697_kataliticheskij-riforming.html
11. <https://www.youtube.com/watch?v=OSyWYgrSDFw>

					<i>ДП 51.05. 00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		62

ДОДАТКИ

Додаток 1. Специфікація устаткування, виробів та матеріалів.

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва та характеристика	Тип моделі	Кількість	Завод-виробник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ								
1-1	Рівень	Секція регенерації 1, відпрацьований каталізатор	---	Реактор 1	Рівнемір радарний, діапазон вимірювання: до 35 м; температура: -200...+200 °С; тиск: до 1,6 МПа; допустима похибка: ± 2 мм	VEGAPULS 63	2	АТ «Скіф контрол», м. Київ
12-1	Рівень	Колона 18, реакційна суміш	---	Реактор 18				
1-2 12-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний показувальний вторинний прилад, вхідний сигнал: 4...20 мА;	VEGADIS 175	2	АТ «Скіф контрол», м. Київ
2-1	Тиск	Ревктор 3, реакційна суміш	---	Компресор	Термоперетворювач тиску серії «Сапфир», $P_{\max}=10$ кПа; клас точності 0,5.	Сапфир-22ДД мод.2434	1	ВАТ «Промприлад» м. Івано-Франківськ
2-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Показувальний та реєструвальний вторинний прилад, $I_{\text{вх}} = 4 \div 20$ мА	КП-140Е	1	ООО НПП «Элемер» м. Москва

Зм	Арфк	№ докum.	Підпис	Дат

ДП 51.05. 00.000

Арк

63

3-1	Температура	Трубопр., каталізатор	85...180 °C	Трубопр.	Термоперетворювач опору типу ТСМУ з уніфікованим вихідним сигналом, гранично допустима похибка 1 %, діапазон вимірювання 0...200 °C, робочий тиск Р= 25 МПа	ТСМУ-0288	4	НВО «Електротермія», м. Луцьк
9-1	Температура	Трубопр., продукт реакції	---	Трубопр.				
11-1	Температура	Трубопр., продукт реакції	---	Трубопр.				
14-1	Температура	Трубопр., стабільний каталізатор	---	Трубопр.				
5-1 6-1 7-1	Температура	Трубопр.,газ осировинна суміш	520 °C	Трубопр.	Термоперетворювач опору з неуніфікованим вихідним сигналом, діапазон вимірювання 400...600 °C	ТСПУ-0289	2	НВО «Електротермія», м. Луцьк
16-1	Температура	Піч 17	500 °C	Піч 17				
3-2 9-2 11-2 14-2 16-1	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керуванн я	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний при- лад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК-250	6	ВАТ «Промпри- лад», м. Івано- Франківськ
5-2 6-2 7-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	По місцю	Підсилювач сигналу	БПО-42	3	Україна, м. Івано- Франківськ, вул. Автолітмашевська
4-1	Витрата	Трубопр., водень	---	Трубопр.	Діафрагма камерна; Р _у = 0,6 МПа; D _{тр} = 70 мм	ДКС 0,6-70	5	ВАТ «Промпри- лад», м. Івано- Франківськ
8-1	Витрата	Трубопр., вода	---	Трубопр.				
10-1	Витрата	Трубопр., вода	---	Трубопр.				

					ДП 51.05. 00.000	Арк
Зм	Арфк	№ докум.	Підпис	Дат		64

13-1	Витрата	Трубопр., гольвна фракція	---	Трубопр.				
15-1	Витрата	Трубопр., стабільний каталізатор	---	Трубопр.				
4-2 8-2 10-2 13-2 15-2	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Місцевий	Вимірювальний перетворювач різниці тисків; $P_{\text{доп. max}} = 1 \text{ МПа}$; межа основної припустимої похибки $\pm 0,25\%$; вихідний сигнал 4-20 мА	Сапфір 22ДД-2450	5	ВАТ «Промпри- лад», м. Івано- Франківськ
4-3 8-3 10-3 13-3 15-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керуванн я	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний при- лад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М	ДИСК 250	5	НВО «Електротермія», м. Луцьк
5-3 6-3 7-3	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Щит керуванн я	Мікропроцесорний регулятор	МІК-21	3	Україна, м. Івано- Франківськ, вул. Автолітмашевська, 5
5-4 6-4 7-4	___ " ___	___ " ___	___ " ___	На пульті керуванн я	Блок ручного управління	БРУ-7-К1	3	м. Івано- Франківськ «МІКРОЛ»
5-5 6-5 7-5	___ " ___	___ " ___	___ " ___	Корпус регулюва льного клапану	Датчик регулюючого клапану	ECOTROL- 812	3	Германія, м. Тьонісфорд, Kempener Strasse 18.

Зм	Арфк	№ докum.	Підпис	Дат

ДП 51.05. 00.000

Арк

65

17-1 18-1 19-1 20-1 21-1 22-1 23-1 24-1 25-1 26-1	Тиск суміші	Трубопровід	2...4 МПа	Трубопро від на виході з фільтр- преса	Вимірювальний тензоперетворювач тиску	MT100P	10	«ПРОМ ПРИБОР»
17-2 18-2 19-2 20-2 21-2 22-2 23-2 24-2 25-2 26-2	Тиск суміші		2...4 МПа	Пульт керування	Індикатор технологічний мікропроцесорний, плата комутації КБЗ-17-К01, вихід АО1= 4...20мА	ITM-11	10	м. Івано-Франківськ, вул. Автолітмашев- ська, 5, ООО «МІКРОЛ»

Зм	Арфк	№ докum.	Підпис	Дат

ДП 51.05. 00.000

Арк

66

ЕЛЕКТРОАПАРАТИ

1	2	3	4	5	6	7	8	9
SB1...SB20				Щит керування	Кнопковий пост керування	КУ-92-1EXD11BT5	20	Трест «Променерго-автоматика», м. Київ
KM1...KM22				Щит керування	Контактор магнітний (реле)	МКУ 48-3	13	Трест «Промене-автом. Пр.» м.Київ
МП1...МП10				Місцевий	Пускач безконтактний реверсивний	ПБР-3А	1	ВО «Електро-прибор», м.Чебоксари
HL1...HL51				Щит керування	Лампа електрична сигнальна	ЛС-151	34	Трест «Променерго-автоматика», м. Київ

Зм	Арфк	№ докум.	Підпис	Дат

ДП 51.05. 00.000

Арк

67